

Original document

PROXIMITY SWITCH AND OBJECT DETECTOR

Publication number: JP2003202383 (A)

Publication date: 2003-07-18

Inventor(s): KOBAYASHI TADASHI ⁺

Applicant(s): HONDA DENSHI GIKEN KK ⁺

Classification:



- international: A61B5/117; G01D5/24; G01R27/26; G01V3/08; H03K17/955; A61B5/117; G01D5/12; G01R27/26; G01V3/08; H03K17/94; (IPC1-7): A61B5/117; G01R27/26; G01V3/08; H03K17/955

- European: G01D5/24F

Application number: JP20020300193 20021015

Priority number (s): JP20020300193 20021015; JP20010335801 20011031

Also published as:

 JP4035418 (B2)
 US2003080755 (A1)

[View INPADOC patent family](#)

[View list of citing documents](#)

Abstract of **JP 2003202383 (A)**

[Translate this text](#)

PROBLEM TO BE SOLVED: To make functions stable without being affected by cable length and environment of place and usable free of maintenance. ; SOLUTION: A detector comprises a detection electrode 20 made of a metal plate formed in a slab shape arranged in an object detection region, a charging system 30 having a direct current source 301, a discharging system 40 having a current detection means and a switch S1 alternatively switching the charging system 30 and the discharging system 40 at a specific turn-over frequency and detects capacitance Cs between an object to be detected H and the detection electrode 20 as a current Is flowing in the discharging system 40. ; COPYRIGHT: (C)2003,JPO



The EPO does not accept any responsibility for the accuracy of data and information originating from other authorities than the EPO; in particular, the EPO does not guarantee that they are complete, up-to-date or fit for specific purposes. Description not available for **JP 2003202383 (A)**

Description of corresponding document: **US 2003080755 (A1)**

[Translate this text](#)

TECHNICAL FIELD

[0001] The present relates to a proximity sensor and an object detecting device to which this is applied, and more particularly, relates to a proximity sensor in which a detecting sensitivity is not affected by the environment of the setting place, a lead cable or the like, and which can be used in the state where adjustment is hardly necessary. The present invention is applied as an object detecting device in various field including an opening and closing control sensor for an automatic door.

BACKGROUND ART

[0002] Most of proximity sensors are the high frequency oscillating type, and comprise: a sensor part of

the electrostatic capacity which is composed of a pair of metal detecting plates set, for example, at a gateway of an automatic door, a parking lot or the like; and an oscillation detecting part which is connected to the sensor part through a coaxial cable to create an analog voltage, and it is arranged to detect an object such as a human body or a vehicle by comparing the analog voltage from the oscillation detecting part with the detection signal obtained from the sensor part (for example, refer to Japanese Patent published under Publication No. 7-29467, Japanese Patent published under Publication No. 7-287793).

[0003] However, the high frequency proximity sensor has the following practical problems to be solved. That is, the electrostatic capacity of the sensor part changes by receiving the effects of the temperature and humidity (moisture) at the setting place, and the metal parts existing at the periphery or the like, and besides, by the lead wire length of the cable connecting the sensor part and the oscillation control part, it also receives the effects of the impedance component parasitic in the cable, and the detecting sensitivity delicately changes.

[0004] Accordingly, even if the matching between the sensor part and the oscillation control part is taken at the factory shipping step, in many cases, the lead wire length of the cable is different for each setting place, and therefore, re-adjustment is each time necessary. Furthermore, sometimes, by the environmental change (temperature, or humidity or the like) of the setting place, the operation point changes with time, and therefore, the maintenance is needed regardless of a regular one or an irregular one.

[0005] Especially, in the case of a device for an automatic door, the detected object is a human body, person, and therefore, from the viewpoint of the safety, the maintenance is indispensable. From such a reason, many proposals have been made on the high frequency proximity sensor, but it is the actual situation that they have infrequently been put to the practical use.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0006] Accordingly, it is an object of the present invention to provide a proximity sensor, which is not affected by the cable length, the environment of the setting place or the like, and is extremely stable in the operation, and can be used almost in the maintenance-free state.

[0007] In order to attain the above described object, the present invention includes: a detecting electrode arranged in the object detecting area and made of a metal plate formed like a plate; a charge system with a direct current power source; a discharge system with current detecting means; and a switch for alternately switching the above described charge system and the above described discharge system to the above described detecting electrode by a specified switching frequency, wherein the electrostatic capacity between the detected object and the above described detecting electrode is detected as the current I_s flowing in the above described discharge system.

[0008] As a preferred embodiment of the present invention, the switching frequency of the switch is, for example, set to about tens kHz to hundreds kHz. Letting the voltage of the direct current power source be V_o and the electrostatic capacity between the detecting electrode and the object (for example, a human body) be C_s , the electric charge Q (unit: coulomb) supplied to the detecting electrode is expressed by $Q = C_s \cdot V_o \cdot f_o$.

[0009] On the other hand, letting time be t , the electric charge Q emitted from the detecting electrode to the discharge system is expressed by $Q = I_s \cdot t$. Accordingly, the expression of $I_s = (C_s \cdot V_o \cdot f_o) / t$ is established, and when considering the current, $t = 1$ sec, and therefore, $I_s = C_s \cdot V_o \cdot f_o$ is found.

[0010] That is, the basic principle of the present invention is the charge and discharge of the electrostatic capacity C_s of the detecting electrode, and the current I_s flowing in the discharge system mainly relies on only the electrostatic capacity C_s of the detecting electrode, and therefore, the object detecting sensitivity is not affected by the wiring length of the cable connecting the detecting electrode and the detector circuit (control part) or the like.

[0011] In the actual use, the change of the stray capacitance between the detecting electrode and the peripheral ground may cause an error detection, and therefore, a ground electrode is provided on the rear side of the detecting electrode, but if doing so, an extremely large electrostatic capacity C_o by the

ground electrode is connected in parallel to the above described electrostatic capacity C_s .

[0012] In order to remove the effects to the detecting sensitivity of the electrostatic capacity C_o caused by providing this ground electrode, as a first method, it is sufficient to provide a current source for absorbing the current I_o of the increase flowing in the discharge system because of the electrostatic capacity between the ground electrode and the detecting electrode, in parallel to the current detecting means.

[0013] Furthermore, as a second method of removing the effects to the detecting sensitivity of the electrostatic capacity C_o caused by providing the ground electrode, it is also possible to provide a capacitor with the same capacity as the electrostatic capacity C_o between the ground electrode and the detecting electrode, a second direct current power source with the polarity reversed to that of the direct current power source of the charge system, and a second switch for alternately switching the second direct current power source and the discharge system to the above described capacitor in synchronization with the above described switch, to the discharge system. In that case, it is also possible to use a pair of electrode plates made of the same combination as the detecting electrode and the ground electrode as the alternative to the above described capacitor.

[0014] The detecting electrode and the charge system and discharge system are connected by a coaxial cable, and therefore, it is supposed that depending on the cable length thereof or the bending state, sometimes, the change of the electrostatic capacity included in that cable appears more largely than the electrostatic capacity change because of the approach of an object.

[0015] In order to prevent this, the present invention includes: a detecting electrode arranged in the object detecting area and made of a metal plate formed like a plate; an earthed ground electrode arranged facing to the same detecting electrode; a charge system with a direct current power source; a discharge system with current detecting means; and a double shield wire with an inside skin shield and an outside skin shield around a central conductor, wherein the above described detecting electrode is connected to one end of the above described central conductor, and on the other end side thereof, a first switch for alternately switching the above described charge system and the above described discharge system to the same central conductor by a specified switching frequency is provided, and at the same time, to the above described inside skin shield, a second switch for alternately switching the same inside skin shield to the above described charge system and the earth in synchronization with the above described first switch is provided, and the above described ground electrode is connected to the above described outside skin shield.

[0016] According to this, the inside skin shield and the central conductor is always kept at the same electric potential, and therefore, no electrostatic capacity is produced between them. More preferably, it is recommended that a guard electrode is set between the above described detecting electrode and the above described ground electrode, and the above described guard electrode is connected to the above described inside skin shield.

[0017] Next, in order to detect the approaching object by a high sensitivity, the present invention includes: a first and a second detecting electrodes both of which are made of a metal plate with the same size formed like a plate, and are arranged in parallel approximately on the same plane in the object detecting area; a charge system with a direct current power source; a discharge system with current detecting means; and switch means for alternately switching both the above described first and second detecting electrodes by a specified switching frequency to the above described charge system and the above described discharge system.

[0018] For example, if a positive pole voltage is supplied to one detecting electrode and at the same time, to the other detecting electrode, a negative pole voltage is supplied, the current flowing from one detecting electrode to the above described discharge system becomes $+I_{sa}$, and the current flowing from the other detecting electrode to the above described discharge system becomes $-I_{sb}$, and if the electrostatic capacity of each detecting electrode is balanced, the current flowing in the above described discharge system becomes 0. If an object approaches to collapse the balance, a current of the difference of the electrostatic capacity flows in the above described discharge system, and consequently, the object can be detected.

[0019] Furthermore, in the case where the same pole voltage is supplied to the first and second detecting electrodes, it is sufficient to perform the subtraction of the current I_{sa} obtained from one detecting electrode and the current I_{sb} obtained from the other detecting electrode, by a subtractor in the discharge system.

[0020] Next, in order to remove the external induction noise, the present invention is a proximity sensor including: a first and a second detecting electrodes both of which are made of a metal plate with the same size formed like a plate and are arranged in parallel approximately on the same plane in the object detecting area; a charge system with a direct current power source; a discharge system with current detecting means; and main switch means for alternately switching both the above described first and second detecting electrodes by a specified switching frequency to the above described charge system and the discharge system, wherein the above described discharge system is provided in parallel between the above described main switch means and the above described current detecting means, and comprises: a first discharge circuit connected to the above described first detecting electrode side; and a second discharge circuit connected to the above described second detecting electrode side, and to either the above described discharge circuits, a signal reversing circuit made of a capacitor and a sub switch which alternately cuts off both ends of the same capacitor from the same discharge circuit and connects them to the earth terminal is provided, and each time the above described main switch means is switched, the polarity of the above described capacitor is reversed by the above described sub switch.

[0021] Furthermore, as another embodiment, the present invention includes the proximity sensor comprising: a first and a second detecting electrodes both of which are made of a metal plate with the same size formed like a plate and are arranged in parallel approximately on the same plane in the object detecting area; a drive electrode arranged facing commonly to each of these detecting electrodes; a charge system with a direct current power source, a discharge system with a condenser and current detecting means; a first switch for selectively connecting at least one pole of the above described direct current power source to the above described drive electrode by a specified switching frequency; a second switch for alternately connecting each of the above described detecting electrodes together in synchronization with the same first switch to the above described one pole of the above described direct current power source and the above described condenser; and a third switch for alternately connecting the above described condenser to the above described each detecting electrode and the above described current detecting means in synchronization with the above described each switch.

[0022] In this case, it is preferable that between the above described first and second detecting electrodes and the above described drive electrode, a first and a second guard electrodes made of a metal plate with the same size as the above described detecting electrode are arranged, and the above described first detecting electrode and the above described first guard electrode, and the above described second detecting electrode and the above described second guard electrode are respectively connected through an operation amplifier with an amplification factor of one time, and according to this, the object detecting sensitivity can be made higher.

[0023] Furthermore, as another embodiment, the present invention includes the proximity sensor comprising: a first and a second detecting electrodes both of which are made of a metal plate with the same size formed like a plate, and are arranged in parallel approximately on the same plane in the object detecting area; a drive electrode arranged facing commonly to each of these detecting electrodes; a charge system with a direct current power source; a discharge system with a first and a second condensers and current detecting means; a first switch for selectively connecting at least one pole of the above described direct current power source to the above described drive electrode by a specified switching frequency; a second switch for the synchronous detection for alternately exchanging and connecting each of the above described detecting electrodes in synchronization with the same first switch to both the above described detecting electrodes to both poles of the above described first condenser; and a third switch for alternately connecting the above described second condenser to the above described first condenser and the above described current detecting means in synchronization with the above described each switch. Furthermore, it is preferable that the switching frequency of the above described third switch is set at two times the switching frequency of the above described first and

second switches.

[0024] In the present invention, an object detecting device is included, which comprises a plurality of combinations of the above described each proximity sensor, and has such a basic configuration that each detecting electrode of the adjacent combination is alternately arranged along a specified plane or a curved surface.

[0025] In this object detecting device, in order to remove the neutral zone and at the same time, to decrease the radiation noise, it is preferable that a drive voltage with a different polarity is applied to each of the electrodes with odd ordinal numbers and even ordinal numbers. This object detecting device is particularly suitable for a sensor of the leading edge of door leaf of an automatic door or a mat sensor set on the entrance floor surface of an automatic door.

[0026] Furthermore, the present invention includes, as another application example, an object detecting device wherein from a detected object, an individual detected information thereof can be obtained. This object detecting device comprises: a sensor surface including a plurality of detecting electrodes arranged in parallel along the line direction and the row direction on the same plane; a drive electrode arranged approximately through the whole surface on the rear side of the above described sensor surface through a dielectric layer; a charge system with a direct current power source; a discharge system with current detecting means; a plurality of charge wirings wired along either the line direction or the above described row direction of the above described sensor surface on the anti-sensor surface side of the above described drive electrode and a plurality of discharge wirings wired along the other; a detecting electrode switching switch for selectively connecting the above described each detecting electrode to either the above described charge wiring or the above described discharge wiring separately; a first scanner switch for sequentially connecting the above described each charge wiring to the direct current power source of the above described charge system; a second scanner switch for sequentially connecting the above described each discharge wiring to the current detecting means of the above described discharge system; a drive electrode switching switch for selectively connecting the above described drive electrode to either the direct current power source of the above described charge system or the earth; and control means for controlling the above described each switch, wherein the above described control means performs: a first step of switching the above described drive electrode switching switch to the above described direct current power source side each time switching the above described first scanner switch to connect the above described charge wiring to the above described direct current power source one by one, and at the same time, of switching the above described detecting electrode switching switch selected by the above described first scanner switch and existing along the above described charge wiring to the same charge wiring side; a second step of switching the above described drive electrode switching switch to the above described earth side after the above described first step, and at the same time, of switching the above described detecting electrode switching switch switched to the above described charge wiring side at the above described first step, to the above described discharge wiring side; and a third step of sequentially switching the above described second scanner switch to go around after the above described second step.

[0027] According to this object detecting device, for example, by laying and arranging the detecting electrode on the floor surface, not only the existence of a human body but also the moving direction thereof can be detected. Furthermore, for example, by making the individual detecting electrode have a size approximately equal to the picture element of a CCD camera, for example, a human fingerprint or the like can also be detected.

[0028] Furthermore, in the present invention, it is preferable that in the viewpoint of decreasing the interference to the radio receiver or the like existing at the periphery, the switching frequency of the switch for switching the above described charge system and the above described discharge system is a complex frequency including a plurality of different frequencies.

BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS

[0029] The present invention will be described by embodiments by referring to appended drawings. The

drawings are as follows:

[0030] FIG. 1 is a typical figure showing a first basic embodiment of the present invention;
[0031] FIG. 2 to FIG. 4 are typical drawings respectively showing a first method of removing effects by an electrostatic capacity of a ground electrode, a second method, and a third method;
[0032] FIG. 5 and FIG. 6 are typical drawings showing a first method of removing effects by the electrostatic capacity of a cable, and a second method;
[0033] FIG. 7 is a typical drawing showing a second embodiment of a present invention;
[0034] FIG. 8 is a typical drawing showing one example of the arrangement of a detecting electrode of the above described second embodiment;
[0035] FIG. 9 is a circuit diagram for describing a removing method of an external induction noise in the above described second embodiment;
[0036] FIG. 10A and FIG. 10B are circuit diagrams showing compensating means applied for the removal of the above described external induction noise;
[0037] FIG. 11 is a circuit diagram showing a third embodiment of the present invention;
[0038] FIG. 12A to FIG. 12E are operation explanatory drawings of the above described third embodiment;
[0039] FIG. 13 and FIG. 14 are circuit diagrams respectively showing deformed examples of the above described third embodiment;
[0040] FIG. 15 is a circuit diagram showing a fourth embodiment of the present invention;
[0041] FIG. 16 is a typical drawing showing an operational principle of the above described fourth embodiment;
[0042] FIG. 17A and FIG. 17B are operation explanatory drawings of the above described fourth embodiment;
[0043] FIG. 18 is a waveform drawing showing a synchronous detection waveform of the above described fourth embodiment;
[0044] FIG. 19 is a circuit diagram showing a deformed example of the above described fourth embodiment;
[0045] FIG. 20 is a typical drawing showing an arrangement of the detecting electrode for achieving decrease of radiation noise;
[0046] FIG. 21A to FIG. 21C are typical drawings exemplifying the use of the present invention;
[0047] FIG. 22 is a typical perspective view showing a configuration of a plane sensor according to the present invention;
[0048] FIG. 23 is a circuit diagram of the above described plane sensor; and
[0049] FIG. 24 is a waveform drawing showing a preferable switching frequency of a switch for switching a charge system and a discharge system in the present invention.

DETAILED DESCRIPTION

[0050] First, by referring to FIG. 1, a basic configuration of a proximity sensor 10A according to the present invention will be described.

[0051] This proximity sensor 10A comprises: a detecting electrode 20 arranged in the object detecting area and made of a metal plate formed like a plate; a charge system 30 with a direct current power source 301; a discharge system 40 with current detecting means 41 made of, for example, a current-voltage converter; and a switch S1 for alternately switching the charge system 30 and the discharge system 40 to the detecting electrode 20 by a specified switching frequency, and it detects the electrostatic capacity between a detected object H such as a human body and the electrode 20 as a current I_s flowing in the discharge system.

[0052] In this example, the switch S1 is an analog switch, and the switching frequency f_0 thereof is set at, for example, about tens kHz to hundreds kHz. Letting the voltage of the direct current power source 301 be V_0 and the electrostatic capacity between the detecting electrode 20 and the detected object H be C_s , the electric charge Q (unit: coulomb) supplied to the detecting electrode is expressed by

$Q = C_s \cdot V_o \cdot f_o$. Furthermore, the current when an electric charge of one coulomb is transferred in one second is 1 A.

[0053] On the other hand, letting time be t , the electric charge Q emitted from the detecting electrode to the discharge system is expressed by $Q = I_s \cdot t$. Accordingly, the expression of $I_s = (C_s \cdot V_o \cdot f_o) / t$ is established, and when considering the current, $t = 1$ sec, and therefore, $I_s = C_s \cdot V_o \cdot f_o$ is made.

[0054] Thus, the basic principle of the present invention is the charge and discharge of the electrostatic capacity C_s possessed by the detecting electrode 20, and the current I_s flowing in the discharge system exclusively relies on only the electrostatic capacity C_s of the detecting electrode 20, and therefore, theoretically, the object detecting sensitivity is not affected by the wiring length of the cable connecting the detecting electrode and the detecting circuit (controller) or the like.

[0055] However, in the actual use, in some cases, the change of the stray capacitance between the detecting electrode 20 and the peripheral ground may cause an error detection, and therefore, as shown in FIG. 2, a ground electrode 21 is provided on the rear side of the detecting electrode 20, but if doing so, an extremely large electrostatic capacity C_o by the ground electrode 21 is connected in parallel to the above described electrostatic capacity C_s . According to the experiment, the electrostatic capacity C_s is about 0.1 pF, and on the other hand, the electrostatic capacity C_o shows a value of about 100 pF.

[0056] In order to remove the effects to the detecting sensitivity of the electrostatic capacity C_o produced by providing this ground electrode 21, in this embodiment, a current source 401 for absorbing the current I_o of the increase flowing in the discharge system 40 resulting from the above described electrostatic capacity C_o is provided in parallel to the discharge system 40, and it is arranged to detect only the current I_s by the above described electrostatic capacity C_s , by the current detecting means 41 of the discharge system 40.

[0057] As another method of removing the current I_o by the electrostatic capacity C_o , as shown in FIG. 3, it is also possible to provide a capacitor 401 with the same capacity as the electrostatic capacity C_o between the ground electrode 21 and the detecting electrode 20, a second direct current power source 402 with the same voltage as the direct current power source 301 of the charge system 30 and with the reverse polarity, and a second switch S2 for alternately switching the direct current power source 402 and the discharge system 40 to the capacitor 401 in synchronization with the above described switch S1, to the discharge system 40.

[0058] The switch S2 is switched to the discharge system 40 side accompanied with the switching of the switch S1 to the discharge system 40 side, and consequently, the electric charge of the current I_o is accumulated in the capacitor 401. Next, the switch S2 is switched to the direct current power source 402 side accompanied by the switching of the switch S1 to the charge system 30 side. Consequently, a reverse voltage is applied to the capacitor 401, and therefore, the electric charge accumulated in the capacitor 401 disappears.

[0059] Thus, the current I_o by the electrostatic capacity C_o is cancelled, and only the current I_s by the electrostatic capacity C_s is detected by the current detecting means 41 of the discharge system 40, but as shown in FIG. 4, it is also possible to use a pair of electrode plates 403, 403 made of the same combination as the detecting electrode 20 and the ground electrode 21 and having the electrostatic capacity C_o instead of the capacitor 401.

[0060] Next, as shown in FIG. 5, the detecting electrode 20 and the charge and discharge systems 30, 40 are connected by a cable 50, but depending on the cable length thereof, the bending state, or the circumferential temperature or the like, sometimes, the change of the electrostatic capacity possessed by the cable appears larger than the change of the electrostatic capacity by the approach of the detected object H, and an error detection or a sensitivity lowering is caused. Therefore, in this embodiment, a double shield wire is used for the cable 50, and the following countermeasures are taken.

[0061] To one end of a central conductor 51 of the double shield wire 50, a detecting electrode 20 is connected. The other end of the central conductor 51 can alternately be connected to the charge system 30 and the discharge system 40 through the switch S1. Furthermore, inside shield 52 of the double shield wire 50 can alternately be connected to the charge system 30 and a separately prepared discharge system 40a through a switch S1a. The ground electrode 21 is connected to an outside shield 53 of the double

shield wire 50. Furthermore, the outside shield 53 is earthed.

[0062] The switch S1 and the switch S1a are switched synchronously. That is, it is arranged that when the switch S1 is connected to the direct current power source 301 of the charge system 30, the switch S1a is also connected to the direct current power source 301, and furthermore, it is arranged that when the switch S1 is switched to the discharge system 40 side, the switch S1a is also switched to the discharge system 40a side.

[0063] Consequently, the central conductor 51 and the inside shield 52 are kept always at the same electric potential, and therefore, without receiving the effects of the electrostatic capacity of the double shield wire 50, only the current I_s by the electrostatic capacity C_s of the detecting electrode 20 can accurately be measured. This means that it becomes unnecessary to adjust the electrostatic capacity of the cable different according to the setting place, each time.

[0064] As a more preferable embodiment, as shown in FIG. 6, between the detecting electrode 20 and the ground electrode 21, a guard electrode 22 is arranged, and this guard electrode 22 is connected to the inside shield 52. Other configurations may be similar to those in FIG. 5. According to this, the detecting electrode 20 and the guard electrode 22 are always kept at the same electric potential, and the effects of the electrostatic capacity C_o by the ground electrode 21 can also be removed, and therefore, the thickness of the total of the electrode can be made extremely thin by narrowing the space between each electrode plate.

[0065] Next, by referring to FIG. 7, another proximity sensor 10B according to the present invention will be described. This proximity sensor 10B comprises a first and a second detecting electrodes 201, 202 both of which are made of a metal plate with the same size formed like a plate, and are set in parallel approximately on the same plane in the object detecting area. Furthermore, in this example, on the rear side of each of the detecting electrodes 201, 202, a ground electrode 21 common to them is arranged.

[0066] This proximity sensor 10B also comprises the charge system 30 and the discharge system 40, and in the case of this embodiment, to the charge system 30, a positive pole power source 301 and a negative pole power source 302 which have the same voltage (absolute value) are provided. Furthermore, the discharge system 40 is common to each of the detecting electrodes 201, 202, and to this discharge system 40, a current-voltage converter 41 as the current detecting means made of an operation amplifier is connected as the output means.

[0067] The first detecting electrode 201 is switched to the positive pole power source 301 and the discharge system 40 by the switch S11, and furthermore, the second detecting electrode 202 is switched to the negative pole power source 302 and the discharge system 40 by the switch S12. The switch S11 and the switch S12 are synchronously switched.

[0068] That is, when the first detecting electrode 201 is connected to the positive pole power source 301, the second detecting electrode 202 is also connected to the negative pole power source 302 at the same time, and furthermore, when the first detecting electrode 201 is connected to the discharge system 40, the second detecting electrode 202 is also connected to the discharge system 40 at the same time.

[0069] Here, letting the current supplied from the first detecting electrode 201 to the discharge system 40 be I_{sa} and the current supplied from the second detecting electrode 202 to the discharge system 40 be I_{sb} , the added current $I_{sa}+I_{sb}$ thereof flows in the current-voltage converter 41. Furthermore, in this example, the current polarity is (+) in I_{sa} and (-) in I_{sb} .

[0070] For example, when no detected object H exists in the circumference, or when the detected object H exists at the center between the detecting electrodes 201, 202 so that the electrostatic capacity C_{s1} of the first detecting electrode 201 is balanced with the electrostatic capacity C_{s2} of the second detecting electrode 202, the added current $I_{sa}+I_{sb}=0$ is made, and accordingly, the output voltage also becomes 0.

[0071] On the other hand, for example, if the detected object H approaches to collapse the balance between the electrostatic capacity C_{s1} and the electrostatic capacity C_{s2} , the added current $I_{sa}+I_{sb} \neq 0$ is made, and letting the current of the difference thereof be I_d and the return (amplified) resistance value of the operation amplifier be R , a voltage of $I_d \cdot R$ is outputted from the current-voltage converter 41. Furthermore, in the -input terminal of the operation amplifier, an imaginary short is established, and

therefore, the input impedance thereof is 0.

[0072] Furthermore, in case of using a plurality of combinations of these proximity sensors 10B, as shown in FIG. 8, by alternately arranging the positive pole side detecting electrodes 201 and the negative pole side detecting electrodes 202 of each combination, the output voltage of each combination changes to \pm -around 0 V. For example, when the change of 100 mV is made by the approach of the detected object H, if it is the change around 0V, the countermeasure can be made by a cheap 8 bit A/D converter. Furthermore, by the alternate arrangement, the neutral zone can also be removed.

[0073] In the case of the above described embodiment, the power sources with different polarities are used for the first detecting electrode 201 and the second detecting electrode 202, but the same pole power source can also be used, and in that case, it is sufficient that the current I_{sa} obtained from one detecting electrode 201 and the current I_{sb} obtained from the other detecting electrode 202 are subjected to subtraction to pass through the current-voltage converter 41.

[0074] By the way, in the case of the proximity sensor 10B, the first detecting electrode 201 and the second detecting electrode 202 are arranged in parallel on the same plane, and therefore, for example, an external induction noise emitted from a fluorescent lamp or the like enters each of the detecting electrodes 201, 202 as the same phase. Letting the current for each one detecting electrode which appears in the discharge system 40 by that external induction noise be I_i , an induction noise current of $I_i + I_i = 2I_i$ flows in the current-voltage converter 41.

[0075] In order to cancel this induction noise current, as shown in FIG. 9, it is sufficient to provide a signal reversing circuit 42 in the discharge system 40, and next, this will be described. In the case of the proximity sensor 10B, in the discharge system 40 thereof, a first discharge circuit 40a leading to the current-voltage converter 41 from the switch S11 on the first detecting electrode 201 side and a second discharge circuit 40b leading to the current-voltage converter 41 from the switch S12 on the second detecting electrode 202 side are included in parallel, and in this embodiment, on the second discharge circuit 40b side therein, a signal reversing circuit 42 is provided.

[0076] This signal reversing circuit 42 has a capacitor 421, and on one pole side of this capacitor 421, a switch 422 is provided, which separates the same capacitor 421 from the second discharge circuit 40b to connect that to the earth. Furthermore, on the other pole side of the capacitor 421, a switch 423 is also provided, which separates the same capacitor 421 from the second discharge circuit 40b to connect that to the earth.

[0077] The switches 422, 423 are alternately switched in synchronization with the switches S11, S12. That is, when both the switches S11, S12 are switched to the charge system 30 side, for example, if one switch S422 is switched to the second discharge circuit 40b side, the other switch 423 is switched to the earth side.

[0078] On the contrary, when both the switches S11, S12 are switched to the discharge system 40 side, for example, if one switch S422 is switched to the earth side, the other switch 423 is switched to the second discharge circuit 40b side, and this switching operation is repeated.

[0079] According to this, for example, if both the switches S11, S12 are switched to the discharge system 40 side and accompanied with that, one switch 422 is switched to the second discharge circuit 40b side and the other switch 423 is switched to the earth side, an electric charge by the induction noise current I_i from the second detecting electrode 202 side is accumulated in the capacitor 421. Furthermore, in the first discharge circuit 40a, the induction noise current I_i appears as it is.

[0080] Next, if both the switches S11, S12 are switched to the charge system 30 side, this time, one switch 422 is switched to the earth side and the other switch 423 is switched to the second discharge circuit 40b side to reverse the polarity of the capacitor 421, and therefore, the induction noise current I_i of the first discharge circuit 40a is absorbed in the capacitor 421. Thus, the external induction noise entering the first detecting electrode 201 and the second detecting electrode 202 as the same phase is cancelled.

[0081] Furthermore, when both the switches S11, S12 are switched to the discharge system 40 side, in the case where one switch 422 is switched to the earth side and the other switch 423 is switched to the second detecting electrode 202 side, an electric charge by the induction noise current I_i from the first

detecting electrode 201 side is accumulated in the capacitor 421.

[0082] Then, next, when both the switches S11, S12 are switched to the charge system 30, one switch 422 is switched to the second detecting electrode 202 side and the other switch 423 is switched to the earth side, and consequently, the polarity of the capacitor 421 is reversed, and at the same time, by the induction noise current I_i from the second detecting electrode 202 side, the electric charge of the capacitor 421 becomes 0 by the cancelling.

[0083] Furthermore, in the case where the external induction noise cannot completely be removed because of the size error or the arrangement error or the like of the detecting electrodes 201, 202, as shown in FIG. 10A, a DC bias circuit 43 made of a +, - power source and a variable resistance should be provided in the discharge system 40. In this case, the input side of the current-voltage converter 41 is made to be the imaginary earth, and therefore, even if the DC bias circuit 43 is added, the lowering of sensitivity is not produced.

[0084] Furthermore, as another method, as shown in FIG. 10B, it is also possible to provide a DC servo circuit 44 between the output side and the input side of the current-voltage converter 41. The DC servo circuit 44 comprises: a reversing circuit 441 for reversing the output of the current-voltage converter 41; an integral circuit 442 for returning the servo signal to the input side of the current-voltage converter 41; resistances R_0 , R_1 ($R_0 \ll R_1$) provided in parallel between the reversing circuit 441 and the integral circuit 442; and two switches 443, 444 for selecting these.

[0085] The switch 443 on the low resistance R_0 side is a switch for making the response fast at the time of the loading of the power source, and at the normal operation time, it is set to off. The switch 444 on the high resistance R_1 side is a switch for making the offset be 0, and by control means (not shown in the drawing), if necessary, it is turned on. One way or the other, when the input side of the current-voltage converter 41 is shifted to, for example, the - side, a voltage for raising that to the + side is outputted from the integral circuit 442, and consequently, the offset is cancelled.

[0086] In both the above described proximity switches 10A, 10B, the charge and discharge of the electrostatic capacity possessed by the detecting electrode are the basic operation principle, and next, the embodiment of the proximity sensor of the present invention based on a balance circuit of the condenser will be described.

[0087] First, referring to FIG. 11, this proximity sensor 10C comprises: a first and second detecting electrodes 61a, 61b arranged on the same plane and made of a metal plate with the same size; and a drive electrode 63 arranged common to each of the detecting electrodes 61a, 61b on the rear side thereof, and in this embodiment, on the rear side of the drive electrode 63, furthermore, a ground electrode 64 is arranged. Furthermore, it is also possible that two drive electrodes 63 are arranged on the rear side of each of the detecting electrodes 61a, 61b.

[0088] In addition to this, this proximity sensor 10C comprises: a direct current power source 65 and a power source line 65a thereof; a condenser 66 for accumulating the electric charge of the difference of the electrostatic capacity of each of the detecting electrodes 61a, 61b; a current-voltage converter 41 for detecting the current supplied from the same condenser 66 as a voltage; and five switches S6a to S6e.

[0089] In this embodiment, the direct current power source 65 is used as an one-way power source, and the power source line 65a is alternately connected to +E (positive pole side) of the direct current power source 65 and the earth (electric potential is 0) through the switch 6a, and to the power source line 65a, a drive electrode 63 is connected. The first detecting electrode 61a is alternately switched and connected to the power source line 65a and one pole 66a of the condenser 66 through the switch 6b.

[0090] Furthermore, the second detecting electrode 61b is also alternately switched and connected to the power source line 65a and the other pole 66b of the condenser 66 through the switch 6c. Both poles 66a, 66b of the condenser 66 are alternately switched and connected to the detecting electrodes 61a, 61b side and the current-voltage converter 41 side through the switches 6d, 6e. Furthermore, in this embodiment, between the condenser 66 and the current-voltage converter 41, a balance condenser 661 is connected.

[0091] The switches S6a to S6e are switched synchronously by a specified switching frequency. That is, as shown by a solid line in the drawing, when the switch S6a is connected to the +E side of the direct current power source 65, synchronously with this, both the switches 6b, 6c are connected to the power

source line 65a side, and both the switches 6d, 6e are connected to the current-voltage converter 41 side. Consequently, to the detecting electrodes 61a, 61b and the drive electrode 63, the same voltage is applied from the direct current power source 65.

[0092] On the other hand, as shown by a chain line in the drawing, when the switch S6a is connected to the earth side of the direct current power source 65, synchronously with this, both the switches 6b, 6c are connected to the condenser 66 side, and both the switches 6d, 6e are connected to the detecting electrodes 61a, 61b side.

[0093] Next, referring to FIG. 12, the operation of this proximity sensor 10C will be described. First, when each of the switches S6a to S6e are in the switching state shown by the solid line in FIG. 11 and the detecting electrodes 61a, 61b and the drive electrode 63 are connected to the +E of the direct current power source 65, as shown in FIG. 12A, the detecting electrodes 61a, 61b and the drive electrode 63 becomes at the same electric potential, and the electrostatic capacity C_0 between them becomes 0. Furthermore, in the detecting electrodes 61a, 61b, the electric charges of C_{sa} , C_{sb} are respectively accumulated by the applied voltage +E.

[0094] Next, when each of the switches S6a to S6e are in the switching state shown by the chain line in FIG. 11 and the detecting electrodes 61a, 61b are separated from the direct current power source 65 to be connected to the condenser 66 and at the same time, the drive electrode 63 is dropped to the earth, as shown in FIG. 12B and FIG. 12C, to the detecting electrode 61a, a voltage V_a made by being voltage-divided to the ratio of $C_0:C_{sa}$ appears, and similarly, to the detecting electrode 61b, a voltage V_b made by being voltage-divided to the ratio of $C_0:C_{sb}$ also appears. That is, the relation of $C_{sa}:C_{sb}=V_a:V_b$ is made.

[0095] Here, if a human body or the like approaches to the detecting electrodes 61a, 61b and $C_{sa} < C_{sb}$, that is, $V_a < V_b$ is found, as shown in FIG. 12D, the difference C_x of the electric charge accumulated in the detecting electrodes 61a, 61b is transmitted to the condenser 66. Furthermore, it is supposed that the electrostatic capacity of the condenser 66 is sufficiently larger than the above described electrostatic capacity C_0 .

[0096] Again, if each of the switches S6a to S6e is in the switching state shown by the solid line in FIG. 11, as shown in FIG. 12D, the electric charge C_x accumulated in the condenser 66 is supplied to the current-voltage converter 41, and the electric charge of the condenser 66 becomes 0. By repeating this, the output corresponding to the difference of the electrostatic capacities C_{sa} , C_{sb} of each of the detecting electrodes 61a, 61b appears in the current-voltage converter 41.

[0097] According to this proximity sensor 10C, the circuit is symmetrical, and therefore, the electrical balance is good. On the detecting side of the current-voltage converter 41, only a minute current corresponding to the difference of the electric charge between the detecting electrodes 61a, 61b flows, and therefore, the S/N ratio is good. By providing the detecting electrodes 61a, 61b to one surface of the circuit board and arranging the drive electrode 63 on the other surface, it is possible to obtain such an advantage that the leading cable is unnecessary and the detecting part can be made to be one unit.

[0098] Furthermore, the switches S6a to S6e may be analog switches, or they may also be electronic switches such as an FET or a CMOS. In the above described embodiment, as for the direct current power source 65, it is a one-way power source of +E-earth, but naturally, it may also be a one-way power source of -E-earth, and furthermore, it may also be a bipolar power source of +-E.

[0099] In this proximity sensor 10C, the following deformed example is included. That is, as shown in FIG. 13, between the detecting electrode 61a and the drive electrode 63, or between the detecting electrode 61b and the drive electrode 63, a first and a second guard electrodes 611, 621 made of a metal plate with the same size as the detecting electrodes 61a, 61b are arranged, respectively.

[0100] Then, the first detecting electrode 61a and the first guard electrode 611 are connected through an operation amplifier 612 with an amplification factor of one time, and furthermore, similarly, the second detecting electrode 61b and the second guard electrode 621 are connected through an operation amplifier 622 with an amplification factor of one time.

[0101] According to this, the effects of the leading cable can almost completely be removed.

Furthermore, in this deformed example, it is also possible that there is no drive electrode 63, but from

the viewpoint of the stability, it is preferable that there is a drive electrode 63.

[0102] Furthermore, as shown in FIG. 14, it is also possible to receive the output of the detecting electrodes 61a, 61b obtained through the switches S6b, S6c by a differential amplifier 70. Furthermore, between the input terminals of the differential amplifier 70, a variable resistance 71 for compensating the dispersion of the terminal point resistance of the switches S6b, S6c or the like is connected.

[0103] Next, the proximity sensor 10D shown in FIG. 15 will be described. This proximity sensor 10D is technically positioned at the same line as the proximity sensor 10C described in FIG. 11, and accordingly, the same reference marks are used for the same structural components as the structural components of the proximity sensor 10C or the structural components which can be regarded as the same.

[0104] In this proximity sensor 10D, the direct current power source 65 is used, for example, as a bipolar power source of +E and -E. Furthermore, letting the above described condenser 66 be the first condenser, a second condenser 67 which is provided on the input side (detecting electrode side) of this first condenser 66 and is connected in parallel to the first condenser 66 through the switches 6d, 6e is provided.

[0105] In this proximity sensor 10D, only the drive electrode 63 is arranged to be connected to the direct current power source 65 through the switch S6a, and the detecting electrodes 61a, 61b are alternately switched and connected to one pole 67a and the other pole 67b of the second condenser 67 through the switches S6b, S6c.

[0106] The switches S6a to S6e are synchronously switched by a specified switching frequency, and in this case, if the switching frequency of the switch S6a is f , the switches S6b, S6c are switched by the same frequency f , and the switches S6d, S6e are preferably switched by a frequency $2f$ of two times that frequency.

[0107] Referring to FIG. 16, letting the voltage applied from the direct current power source 65 to the drive electrode 63 be V_o , and the electrostatic capacity produced between the drive electrode 63 and each of the detecting electrodes 61a, 61b be C_o , and the electrostatic capacities between the detecting electrodes 61a, 61b and for example, the earth be C_{sa} , C_{sb} respectively, the induction voltages V_a , V_b of the detecting electrodes 61a, 61b and the voltage V_o have the following proportional relation:

$$C_o:C_{sa}=V_o:(V_o-V_a)$$

$$C_o:C_{sb}=V_o:(V_o-V_b)$$

[0108] Next, one example of the operation of this proximity sensor 10D will be described. First, as shown in FIG. 17A, when the drive electrode 63 is connected to the +E side of the direct current power source 65 by the switch S6a, the detecting electrode 61a is connected to one pole 67a of the second condenser 67 by the switch S6b, and the detecting electrode 61b is connected to the other pole 67b of the second condenser 67 by the switch S6c. Furthermore, the first condenser 66 is separated from the second condenser 67, and is connected to the current-voltage converter 41 side by the switches S6d, S6e.

[0109] Next, as shown in FIG. 17B, when the drive electrode 63 is connected to the -E side of the direct current power source 65 by the switch S6a, the detecting electrode 61a is connected to the other pole 67b of the second condenser 67 by the switch S6b, and the detecting electrode 61b is connected to one pole 67a of the second condenser 67 by the switch S6c. At this moment, the first condenser 66 is also kept in the state of being connected to the current-voltage converter 41 side.

[0110] Thus, the synchronous detection is performed in synchronization with the switching of the power source to the drive electrode 63. In FIG. 18, the synchronous detection waveform of one detecting electrode 61a is shown. Consequently, in the second condenser 67, the electric charge C_x of the difference of the induction voltages V_a , V_b of the detecting electrodes 61a, 61b is accumulated.

[0111] Then, when the drive electrode 63 is again connected to the +E side of the direct current power source 65, the switches S6d, S6e are switched to the second condenser 67 side, and the electric charge C_x thereof is transmitted to the first condenser 66, and at a specified timing point after that, the switches S6d, S6e are switched to the current-voltage converter 41 side.

[0112] Furthermore, the second condenser 67 is positioned at the front step of the first condenser 66, and

therefore, it is also possible that the switching frequency of the switches S6d, S6e is the same as other switches S6a to S6c, and in that case, the circuit of the proximity sensor 10D can be re-arranged as shown in FIG. 19.

[0113] The above described proximity sensors 10C, 10D have a pair of detecting electrodes 61a, 61b as the minimum unit, and to each of them, a drive electrode 63 is provided, but when a plurality of pairs of detecting electrodes are arranged to be used, in order to reduce the noise emitted from the drive electrode 63, as shown in FIG. 20, letting the detecting electrodes 611a and 611b be a pair, and the detecting electrodes 612a and 612b be a pair, it is preferable that they are alternately arranged, and the polarity of the voltage applied to each of these drive electrode 631 and drive electrode 632 is alternately replaced.

[0114] In the present invention, an object detecting device made by alternately arranging a plurality of combinations of any one of the above described proximity sensors 10B, 10C, 10D along a specified plane or a curved surface is included, and as the use thereof, for example, as shown in FIG. 21A, there is a sensor 701 of the leading edge of door leaf of an automatic door 700. Furthermore, as shown in FIG. 21B, it can be used as a mat sensor 702 of the automatic door 700.

[0115] Furthermore, as shown in FIG. 21C, it is also possible that each detecting electrode is arranged like a matrix to be a plane sensor 800. Especially, according to this plane sensor 800, not only the simple object detection can be performed but also the detection of where the object is positioned can be performed.

[0116] Next, referring to the typical perspective view of FIG. 22 and the wiring diagram of FIG. 23, the configuration of a plane sensor 800 shown in FIG. 21C will more particularly be described including the drive system thereof. This plane sensor 800 has a sensor surface 810 including a plurality of detecting electrodes 811 arranged in parallel like a matrix along the line direction (X-direction) and the row direction (Y-direction) on the same plane.

[0117] Furthermore, supposing that the number of lines is X1 to Xn, and the number of rows is Y1 to Ym (m and n are optionally selected integers of 2 or more), in the following description, in the case where it is necessary to indicate an individual detecting electrode, the marks X, Y are used for expressing the position, and in the case where the common item of each detecting electrode is explained, the mark 811 as the general term is used.

[0118] For each detecting electrode 811, a plate-like metal plate is used, and the size thereof is properly selected according to the use of this plane sensor 800. For example, in case of being arranged on the floor surface in the room for detecting the existence of a human body or the walking direction, it may approximately be a size of a human foot.

[0119] As another example, if it is used for detecting a human finger print, the plane sensor 800 itself has a so-called stamp size, and therefore, each detecting electrode 811 has a size of micron order (μm). For the support plate of each detecting electrode 811, for example, a glass board or a synthetic resin board is used, which is not shown in detail in FIG. 22, and on that support plate, each detecting electrode 811 is arranged like a matrix as mentioned above. Furthermore, in the case where a small-sized sensor such as a finger print sensor is made, it is sufficient to form a metal film as a detecting electrode on a silicon wafer, for example, by the evaporation method or the sputtering method.

[0120] On the rear side of the sensor surface 810, a drive electrode 820 is arranged through a specified dielectric layer (not shown in the drawing). For the drive electrode 820, a plate-like metal plate is also used, but the size thereof is the same as the sensor surface 810 or larger than that. The dielectric layer put between the sensor surface 810 and the drive electrode 820 becomes the synthetic resin board as the support plate of the sensor surface 810, but in addition to that, furthermore, another synthetic resin board or a layer of air may be put.

[0121] This plane sensor 800 also comprises a charge system 830 with a direct current power source 831 and a discharge system 840 with a current-voltage converter 841 (current detecting means) as the current detecting means, but in order to make it possible to obtain detected information from the individual detecting electrode 811, the following means is taken.

[0122] That is, along the line direction (X-direction) of the sensor surface 810, the charge wirings 850

(8501 to 850n) of the same number as the number of lines thereof are provided, and furthermore, along the row direction (Y-direction) of the sensor surface 810, the discharge wirings 860 (8601 to 860m) of the same number as the number of row thereof are provided. The charge wirings 850 and the discharge wirings 860 are both arranged on the anti-sensor surface side (lower side in FIG. 22) of the drive electrode 820.

[0123] Between the charge wiring 850 and the charge system 830, a first scanner switch 871 for sequentially connecting each of the charge wirings 8501 to 850n to the direct current power source 931 of the charge system 830 is provided, and furthermore, between the discharge wiring 860 and the discharge system 840, a second scanner switch 872 for sequentially connecting each of the discharge wirings 8601 to 860m to the current-voltage converter 841 of the discharge system 840 is provided.

[0124] Each detecting electrode 811 has a leading wire 812 penetrating the drive electrode 820 in the electric insulating state to be drawn out downward, and to each leading wire 812, a detecting electrode switching switch 813 to be switched selectively to the charge wiring 850 and the discharge wiring 860 is provided. Making description by taking the detecting electrode (X1Y1) as an example, this detecting electrode (X1Y1) is selectively connected to either the charge wiring 8501 or the discharge wiring 8601 by the detecting electrode switching switch 813.

[0125] Furthermore, this plane sensor 800 has a drive electrode switching switch 821 and control means (CPU) 870 connected to the output side of the current-voltage converter 841 of the discharge system 840 through the A/D converter 871. The drive electrode switching switch 821 selectively connects the drive electrode 820 to the direct current power source 831 of the charge system 830 and the earth.

[0126] The CPU 870 receives the detected information of each detecting electrode 811 which is obtained from the discharge system 840 to perform various judgments. For example, in the case where this plane sensor 800 is a finger print sensor, it compares the previously registered finger print data with the detected finger print data, or re-creates a finger print by that detected finger print data to express that on a printer, a display or the like (not shown in the drawing). Furthermore, the CPU 870 controls each switch as follows, when collecting the detected information from each detecting electrode 811.

[0127] The first scanner switch 871 sequentially switches and connects each of the charge wirings 8501 to 850n to the direct current power source 931, and for example, when the first charge wiring 850, is selected, synchronously with this, it switches the drive electrode switching switch 821 to the direct current power source 931 side, and at the same time, it switches each detecting electrode switching switch 813 of the detecting electrodes (X1Y1) to (X1Ym) of the first line to the charge wiring 8501 side. Consequently, the detecting electrodes (X1Y1) to (X1Ym) of the first line and the drive electrode 820 has the same electric potential, and the drive electrode 820 acts as one kind of active shield plate, and therefore, without receiving the effects of the noise from the anti-sensor surface side (circuit side), and the electrostatic capacity produced between each of the detecting electrodes (X1Y1) to (X1Ym) and the detected object can accurately be detected.

[0128] Furthermore, the electrostatic capacity between each of the detecting electrodes (X1Y1) to (X1Ym) and the circuit on the anti-sensor surface side becomes substantially 0, and therefore, the electric supply to the unnecessary capacity is removed, and the S/N ratio is largely improved.

Furthermore, accompanied with the improvement of the S/N ratio, the protecting layer of the sensor surface can be made thick, and the mechanical strength can also be increased.

[0129] After the charge (electric power supply) has been performed for a specific time as described above, the drive electrode switching switch 821 is switched to the earth side, and furthermore, each detecting electrode switching switch 813 of the detecting electrodes (X1Y1) to (X1Ym) of the first line is switched to the discharge wiring 8601. After that, the second scanner switch 872 is sequentially switched to the discharge wirings 8601 to 860m to go around.

[0130] Consequently, the current based on each electrostatic capacity of the detecting electrodes (X1Y1) to (X1Ym) of the first line is sequentially taken in the CPU 870 through the current-voltage converter 841 and the A/D converter 871.

[0131] Next, each time the first scanner switch 871 is sequentially switched to the second charge wiring 8502->the third charge wiring 8503-> . . . ->the charge wiring 850n with the ordinal number n, the drive

electrode switching switch 821, the detecting electrode switching switch 813, and the second scanner switch 872 are switched as described above, and the detected information is taken in the CPU 870 from each detecting electrode 811.

[0132] Furthermore, in the case of the above described example, the charge wiring 850 is wired in the line direction (X-direction) and the discharge wiring 860 is wired in the row direction, but it is also possible that on the contrary, the discharge wiring 860 is wired in the line direction (X-direction) and the charge wiring 850 is wired in the row direction.

[0133] Furthermore, each switch may be either a mechanical switch or an electronic switch, but in the above described each embodiment, in the case where the switching frequency of the switch for switching the charge system and the discharge system is fixed, there is such a possibility that the harmonics thereof give obstruction to the radio receiver or the like. For example, in the case where the switching frequency of the switch is a rectangular wave of 64 kHz, many harmonics are included in that, and the tenth order component among them is 640 kHz, and this is outputted at all times. Accordingly, in the case where 640 kHz is included in the receiving frequency of the radio receiver or the like, it becomes a wave of obstruction.

[0134] In order to prevent this, as shown in FIG. 24, it is preferable that the frequency for switching the charge system and the discharge system is made to be, for example, a complex frequency TA including four different frequencies T1 to T4, and this is repeatedly used. As one example, in the case where the complex frequency TA is made to be a combination of 64, 65, 66, 67 (kHz), as the tenth order component, 640, 650, 660, 670 (kHz) are alternately outputted, and therefore, the obstruction to the radio receiver or the like can be reduced.

The EPO does not accept any responsibility for the accuracy of data and information originating from other authorities than the EPO; in particular, the EPO does not guarantee that they are complete, up-to-date or fit for specific purposes. Claims not available for **JP 2003202383 (A)**

Claims of corresponding document: **US 2003080755 (A1)**

[Translate this text](#) [Claims Tree](#)

1. A proximity sensor comprising:

a detecting electrode arranged in an object detecting area and made of a metal plate formed like a plate;
a charge system with a direct current power source;
a discharge system with current detecting means; and
a switch for alternately switching said charge system and said discharge system to said detecting electrode by a specified switching frequency,
wherein an electrostatic capacity between a detected object and said detecting electrode is detected as current (I_s) flowing in said discharge system.

2. The proximity sensor according to claim 1, wherein an earthed ground electrode is arranged facing to said detecting electrode, and at the same time, a current source for absorbing current (I_o) corresponding to the increase flowing in said discharge system because of electrostatic capacity between said ground electrode and said detecting electrode is provided in parallel to said current detecting means.

3. The proximity sensor according to claim 1, wherein an earthed ground electrode is arranged facing to said detecting electrode, and at the same time, to said discharge system, a capacitor with the same capacity as the electrostatic capacity between said ground electrode and said detecting electrode; a second direct current power source with a polarity reverse to that of the direct current power source of said charge system; and a second switch for alternately switching said second direct current power source and said discharge system to said capacitor in synchronization with said switch are provided.

4. The proximity sensor according to claim 3, wherein as said capacitor, a pair of electrode plates made of the same combination as said detecting electrode and said ground electrode are used.

5. A proximity sensor comprising:

a detecting electrode arranged in an object detecting area and made of a metal plate formed like a plate;
an earthed ground electrode arranged facing to the same detecting electrode;
a charge system with a direct current power source; a discharge system with current detecting means;
and
a double shield wire with an inside skin shield and an outside skin shield around a central conductor,
wherein said detecting electrode is connected to one end of said central conductor, and to the other end
side thereof, a first switch for alternately switching said charge system and said discharge system to the
same central conductor by a specified switching frequency, and at the same time, to said inside skin
shield, a second switch for alternately switching the same inside skin shield to said charge system and
the earth in synchronization with said first switch is provided, and said ground electrode is connected to
said outside skin shield.

6. The proximity sensor according to claim 5, wherein between said detecting electrode and said ground
electrode, a guard electrode is arranged, and said guard electrode is connected to said inside skin shield.

7. A proximity sensor comprising:

a first and a second detecting electrodes both of which are made of a metal plate with the same size
formed like a plate, and are set in parallel approximately on the same plane in an object detecting area;
a charge system with a direct current power source;
a discharge system with current detecting means; and
switch means for alternately switching both said first and second detecting electrodes to said charge
system and said discharge system by a specified switching frequency.

8. The proximity sensor according to claim 7, wherein when connecting both said first and second
detecting electrodes to said charge system, one detecting electrode is connected to the positive pole side
of the direct current power source, and the other detecting electrode is connected to the negative pole of
the direct current power source, and when connecting both said first and second detecting electrodes to
said discharge system, current (I_{sa}) obtained from said one detecting electrode and current (I_{sb})
obtained from said the other detecting electrode are added in said discharge system.

9. The proximity sensor according to claim 7, wherein when connecting both said first and second
detecting electrodes to said charge system, each detecting electrode thereof is connected to the same
pole side of the direct current power source, and when connecting both said first and second detecting
electrodes to said discharge system, current (I_{sa}) obtained from one detecting electrode and current (I_{sb})
obtained from the other detecting electrode are subjected to relatively subtraction in said discharge
system.

10. A proximity sensor comprising:

a first and a second detecting electrodes both of which are made of a metal plate with the same size
formed like a plate, and are set in parallel approximately on the same plane in an object detecting area;
a charge system with a direct current power source;
a discharge system with current detecting means; and
main switch means for alternately switching both said first and second detecting electrodes to said
charge system and said discharge system by a specified switching frequency,
wherein said discharge system is provided in parallel between said main switch means and said current
detecting means, and comprises: a first discharge circuit connected to said first detecting electrode side;
and a second discharge circuit connected to said second detecting electrode side, and to said one
discharge circuit, a signal reversing circuit made of a capacitor and a sub switch for alternately
separating both ends of the same capacitor from the same discharge circuit to connect the ends to the
earth terminal is provided, and each time said main switch means is switched, the polarity of said
capacitor is reversed by said sub switch.

11. A proximity sensor comprising:

a first and a second detecting electrodes both of which are made of a metal plate with the same size formed like a plate, and are set in parallel approximately on the same plane in an object detecting area;
a drive electrode arranged facing common to each of the detecting electrodes;
a charge system with a direct current power source;
a discharge system with a condenser and current detecting means;
a first switch for selectively connecting at least one pole of said direct current power source to said drive electrode by a specified switching frequency;
a second switch for alternately connecting each of said detecting electrodes together to said the same pole of said direct current power source and said condenser in synchronization with the same first switch; and
a third switch for alternately connecting said condenser to said each detecting electrode and said current detecting means in synchronization with said each switch.

12. The proximity sensor according to claim 11, wherein among said first and second detecting electrodes and said drive electrode, a first and a second guard electrodes made of a metal plate with the same size as said detecting electrode are arranged, and said first detecting electrode and said first guard electrode, and said second detecting electrode and said second guard electrode are respectively connected through an operation amplifier with an amplification factor of one time.

13. A proximity sensor comprising:

a first and a second detecting electrodes both of which are made of a metal plate with the same size formed like a plate, and are set in parallel approximately on the same plane in an object detecting area;
a drive electrode arranged facing common to each of the detecting electrodes;
a charge system with a direct current power source;
a discharge system with a first and a second condensers and current detecting means;
a first switch for selectively connecting at least one pole of said direct current power source to said drive electrode by a specified switching frequency;
a second switch for synchronous detection for alternately replacing and connecting each of said detecting electrodes to both poles of said first condenser in synchronization with the same first switch; and
a third switch for alternately connecting said second condenser to said first condenser and said current detecting means in synchronization with said each switch.

14. The proximity sensor according to claim 13, wherein the switching frequency of said third switch is set at two times the switching frequency of said first and second switches.

15. An object detecting device comprising a plurality of combinations of proximity sensors according to any one of claims 7 to 14,
wherein each detecting electrode of adjacent combinations is alternately arranged along a specified plane or a curved surface.

16. An object detecting device comprising a plurality of combinations of proximity sensors according to any one of claims 7 to 14,
wherein each detecting electrode of adjacent combinations is alternately arranged along a specified plane or a curved surface, and a drive voltage with a different polarity is applied to a detecting electrode with an odd ordinal number and a detecting electrode with an even ordinal number.

17. An object detecting device for automatic door opening and closing control, comprising a plurality of combinations of proximity sensors according to any one of claims 7 to 14,

wherein each detecting electrode of adjacent combinations is alternately arranged along a leading edge of door leaf of an automatic door.

18. An object detecting device for automatic door opening and closing control, comprising a plurality of combinations of proximity sensors according to any one of claims 7 to 14, wherein each detecting electrode of adjacent combinations is alternately arranged on the entrance floor surface of an automatic door.

19. An object detecting device comprising:
a sensor surface including a plurality of detecting electrodes set in parallel along the line direction and the row direction on the same plane;
a drive electrode arranged approximately through the total surface on the rear side of said sensor surface through a dielectric layer;
a charge system with a direct current power source;
a discharge system with current detecting means;
a plurality of charge wirings wired along either the line direction of said sensor surface or said row direction on the anti-sensor surface side of said drive electrode and a plurality of discharge wirings wired along the other;
a detecting electrode switching switch for selectively connecting said each detecting electrode separately to either said charge wiring or said discharge wiring;
a first scanner switch for sequentially connecting said each charge wiring to the direct current power source of said charge system;
a second scanner switch for sequentially connecting said each discharge wiring to the current detecting means of said discharge system;
a drive electrode switching switch for selectively connecting said drive electrode to either the direct current power source of said charge system or the earth; and
control means for controlling said each switch,
wherein each time said charge wiring is connected to said direct current power source one by one, by switching said first scanner switch, said control means performs:
a first step of switching said drive electrode switching switch to said direct current power source side, and of simultaneously switching said detecting electrode switching switch selected by said first scanner switch and existing along said charge wiring, to the same charge wiring side;
a second step of switching said drive electrode switching switch to said earth side after said first step, and of simultaneously switching said detecting electrode switching switch switched to said charge wiring side at said first step, to said discharge wiring side; and
a third step of sequentially switching said second scanner switch to go around after said second step.

20. The proximity sensor according to any one of claims 1 to 14, or the object detecting device according to any one claims 15 to 19, wherein for the switching frequency of a switch for switching said charge system and said discharge system, a complex frequency including a plurality of different frequencies is repeatedly used.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-202383
(P2003-202383A)

(43) 公開日 平成15年7月18日 (2003.7.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 1 V 3/08		C 0 1 V 3/08	D 2 G 0 2 8
A 6 1 B 5/117		C 0 1 R 27/26	C 4 C 0 3 8
G 0 1 R 27/26		H 0 3 K 17/955	C 5 J 0 5 0
H 0 3 K 17/955		A 6 1 B 5/10	3 2 2

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2002-300193 (P2002-300193)

(22) 出願日 平成14年10月15日 (2002. 10. 15)

(31) 優先権主張番号 特願2001-335801 (P2001-335801)

(32) 優先日 平成13年10月31日 (2001. 10. 31)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 390002668
株式会社本田電子技研
東京都町田市旭町1丁目23番19号

(72) 発明者 小林 正
東京都町田市旭町1丁目23番19号 株式会
社本田電子技研内

(74) 代理人 100083404
弁理士 大原 拓也

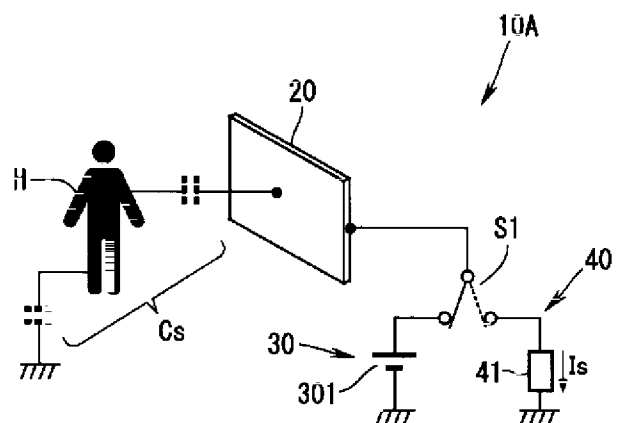
F ターム (参考) 2G028 CC07 DH03 DH09 FK02 GL07
HN09
4C038 FF01 FF05 FG00
5J050 AA37 BB22 CC06 FF25

(54) 【発明の名称】 近接スイッチおよび物体検出装置

(57) 【要約】

【課題】 ケーブル長や設置場所の環境などに影響されることがなく、動作がきわめて安定しており、ほとんどメンテナンスフリーで使用することができるようにする。

【解決手段】 物体検出領域に配置される平板状に形成された金属板からなる検出電極20と、直流電源301を有する充電系30と、電流検出手段を有する放電系40と、検出電極20に対して充電系30と放電系40とを所定の切換周波数で交互に切り換えるスイッチS1とを含み、被検出物体Hと検出電極20との間の静電容量Csを放電系40に流れる電流Isとして検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体検出領域に配置される平板状に形成された金属板からなる検出電極と、直流電源を有する充電系と、電流検出手段を有する放電系と、上記検出電極に対して上記充電系と上記放電系とを所定の切換周波数で交互に切り換えるスイッチとを含み、被検出物体と上記検出電極との間の静電容量を上記放電系に流れる電流 I_s として検出することを特徴とする近接スイッチ。

【請求項2】 接地されたグランド電極を上記検出電極と対向して配置するとともに、上記グランド電極と上記検出電極間の静電容量に起因して上記放電系に流れる増加分の電流 I_o を吸い込む電流源を上記電流検出手段に対して並列に設けることを特徴とする請求項1に記載の近接スイッチ。

【請求項3】 接地されたグランド電極を上記検出電極と対向して配置するとともに、上記放電系には、上記グランド電極と上記検出電極間の静電容量と同容量のキャパシタと、上記充電系の直流電源と逆極性の第2直流電源と、上記キャパシタに対して上記第2直流電源と上記放電系とを上記スイッチと同期して交互に切り換える第2スイッチとを設けることを特徴とする請求項1に記載の近接スイッチ。

【請求項4】 上記キャパシタとして、上記検出電極と上記グランド電極と同一の組み合わせからなる一対の電極板を用いることを特徴とする請求項3に記載の近接スイッチ。

【請求項5】 物体検出領域に配置される平板状に形成された金属板からなる検出電極と、同検出電極と対向的に配置される接地されたグランド電極と、直流電源を有する充電系と、電流検出手段を有する放電系と、中心導体の周りに内皮シールドおよび外皮シールドを有する2重シールド線とを含み、上記検出電極を上記中心導体の一端に接続し、その他端側に同中心導体に対して上記充電系と上記放電系とを所定の切換周波数で交互に切り換える第1スイッチを設けるとともに、上記内皮シールドに上記第1スイッチと同期して同内皮シールドを上記充電系と接地とに交互に切り換える第2スイッチを設け、上記グランド電極を上記外皮シールドに接続してなることを特徴とする近接スイッチ。

【請求項6】 上記検出電極と上記グランド電極との間にガード電極を配置し、上記ガード電極を上記内皮シールドに接続してなることを特徴とする請求項5に記載の近接スイッチ。

【請求項7】 とともに平板状に形成された同一サイズの金属板からなり、物体検出領域内でほぼ同一平面上に並設される第1および第2検出電極と、直流電源を有する充電系と、電流検出手段を有する放電系と、上記第1および第2検出電極とともに所定の切換周波数で上記充電系と上記放電系とに交互に切り換えるスイッチ手段とを備えていることを特徴とする近接スイッチ。

【請求項8】 上記第1および第2検出電極とともに上記充電系に接続する際、一方の検出電極は直流電源の正極側に接続され、他方の検出電極は直流電源の負極側に接続され、上記第1および第2検出電極とともに上記放電系に接続する際、上記一方の検出電極から得られる電流 I_{sa} と上記他方の検出電極から得られる電流 I_{sb} とが上記放電系内で加算されることを特徴とする請求項7に記載の近接スイッチ。

【請求項9】 上記第1および第2検出電極とともに上記充電系に接続する際、その各検出電極は直流電源の同一極側に接続され、上記第1および第2検出電極とともに上記放電系に接続する際、一方の検出電極から得られる電流 I_{sa} と他方の検出電極から得られる電流 I_{sb} とが上記放電系内で相対的に減算されることを特徴とする請求項7に記載の近接スイッチ。

【請求項10】 とともに平板状に形成された同一サイズの金属板からなり、物体検出領域内でほぼ同一平面上に並設される第1および第2検出電極と、直流電源を有する充電系と、電流検出手段を有する放電系と、上記第1および第2検出電極とともに所定の切換周波数で上記充電系と上記放電系とに交互に切り換える主スイッチ手段とを含み、上記放電系は、上記主スイッチ手段と上記電流検出手段との間に並列的に設けられていて、上記第1検出電極側に接続される第1放電回路と、上記第2検出電極側に接続される第2放電回路とを備え、上記いずれか一方の放電回路には、キャパシタと、同キャパシタの両端を交替的に同放電回路から切り離して接地端子に接続する副スイッチとからなる信号反転回路が設けられており、上記主スイッチ手段が切り替えられるごとに、上記副スイッチにより上記キャパシタの極性が反転されることを特徴とする近接スイッチ。

【請求項11】 とともに平板状に形成された同一サイズの金属板からなり、物体検出領域内でほぼ同一平面上に並設される第1および第2検出電極と、これら検出電極の各々に共通として対向的に配置される駆動電極と、直流電源を有する充電系と、コンデンサおよび電流検出手段を有する放電系と、上記直流電源の少なくとも一方の極を上記駆動電極に所定の切替周波数をもって選択的に接続する第1スイッチと、同第1スイッチと同期して上記検出電極の各々とともに上記直流電源の上記同極と上記コンデンサとに交替的に接続する第2スイッチと、上記各スイッチと同期して上記コンデンサを上記各検出電極と上記電流検出手段とに交替的に接続する第3スイッチとを備えていることを特徴とする近接スイッチ。

【請求項12】 上記第1および第2検出電極と上記駆動電極との間に、上記検出電極と同一サイズの金属板からなる第1および第2ガード電極が配置されており、上記第1検出電極と上記第1ガード電極、上記第2検出電極と上記第2ガード電極とがそれぞれ増幅率1倍のオペアンプを介して接続されている請求項11に記載の近接

スイッチ。

【請求項13】 ともに平板状に形成された同一サイズの金属板からなり、物体検出領域内ではほぼ同一平面上に並設される第1および第2検出電極と、これら検出電極の各々に共通として対向的に配置される駆動電極と、直流電源を有する充電系と、第1、第2コンデンサおよび電流検出手段を有する放電系と、上記直流電源の少なくとも一方の極を上記駆動電極に所定の切替周波数をもって選択的に接続する第1スイッチと、同第1スイッチと同期して上記検出電極の各々を上記第1コンデンサの両極に交互に入れ替えて接続する同期検波用の第2スイッチと、上記各スイッチと同期して上記第2コンデンサを上記第1コンデンサと上記電流検出手段とに交替的に接続する第3スイッチとを備えていることを特徴とする近接スイッチ。

【請求項14】 上記第3スイッチの切替周波数が、上記第1および第2スイッチの切替周波数の2倍に設定されている請求項13に記載の近接スイッチ。

【請求項15】 上記充電系と上記放電系とを切り替えるスイッチの切替周波数は、複数の異なる周波数を含む複合周波数であることを特徴とする請求項1ないし14のいずれか1項に記載の近接スイッチ。

【請求項16】 請求項7ないし15のいずれか1項に記載の近接スイッチを複数組み備え、隣接する組みの各検出電極を所定の平面もしくは曲面に沿って交互に配置してなることを特徴とする物体検出装置。

【請求項17】 請求項7ないし15のいずれか1項に記載の近接スイッチを複数組み備え、隣接する組みの各検出電極を所定の平面もしくは曲面に沿って交互に配置するとともに、その奇数番目と偶数番目とでは異なる極性の駆動電圧を印加することを特徴とする物体検出装置。

【請求項18】 請求項7ないし15のいずれか1項に記載の近接スイッチを複数組み備え、隣接する組みの各検出電極を自動ドアの戸先に沿って交互に配置してなることを特徴とする自動ドア開閉制御用の物体検出装置。

【請求項19】 請求項7ないし15のいずれか1項に記載の近接スイッチを複数組み備え、隣接する組みの各検出電極を自動ドアの出入り口床面に交互に配置してなることを特徴とする自動ドア開閉制御用の物体検出装置。

【請求項20】 同一平面上に行方向および列方向に沿って並設された複数の検出電極を含むセンサ面と、誘電体層を介して上記センサ面の背面側のほぼ全面にわたって配置された駆動電極と、直流電源を有する充電系と、電流検出手段を有する放電系と、上記駆動電極の反センサ面側で上記センサ面の行方向もしくは上記列方向のいずれか一方に沿って配線された複数の充電用配線およびいずれか他方に沿って配線された複数の放電用配線と、上記各検出電極を個別に上記充電用配線もしくは上記

放電用配線のいずれかに選択的に接続する検出電極切換スイッチと、上記各充電用配線を上記充電系の直流電源に順次接続する第1スキャナスイッチと、上記各放電用配線を上記放電系の電流検出手段に順次接続する第2スキャナスイッチと、上記駆動電極を上記充電系の直流電源もしくは接地のいずれか一方に選択的に接続する駆動電極切換スイッチと、上記各スイッチを制御する制御手段とを備え、上記制御手段は、上記第1スキャナスイッチを切り換えて上記充電用配線の一つずつ上記直流電源に接続するごとに、上記駆動電極切換スイッチを上記直流電源側に切り換えるとともに、上記第1スキャナスイッチにて選択された上記充電用配線に沿って存在する上記検出電極切換スイッチを同充電用配線側に切り換える第1ステップと、上記第1ステップ後において、上記駆動電極切換スイッチを上記接地側に切り換えるとともに、上記第1ステップで上記充電用配線側に切り換えられた上記検出電極切換スイッチを上記放電用配線側に切り替える第2ステップと、上記第2ステップ後において、上記第2スキャナスイッチを一巡するように順次切り換える第3ステップとを実行することを特徴とする物体検出装置。

【請求項21】 検出対象の物体が、人の指紋であることを特徴とする請求項20に記載の物体検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、近接スイッチおよびこれを応用した物体検出装置に関し、さらに詳しく言えば、設置場所の環境や引き回しケーブルなどによって検出感度が左右されず、また、ほとんど無調整で使用できる近接スイッチに関するものである。本発明は、自動ドアの開閉制御センサを初めとして種々の分野の物体検出装置として適用される。

【0002】

【従来の技術】近接スイッチの多くは高周波発振型であって、例えば自動ドアの出入り口や駐車場などに設置される金属製の一对の検知板からなる静電容量性のセンサ部と、同軸ケーブルを介してセンサ部に接続され、アナログ電圧を生成する発振検波部とを備え、発振検波部からのアナログ電圧とセンサ部から得られる検知信号とを比較することにより、人や自動車などの物体を検知するようにしている（例えば、下記特許文献1、2参照）。

【0003】

【特許文献1】特開平7-29467号公報

【特許文献2】特開平7-287793号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、高周波近接スイッチには、実用上次のような課題がある。すなわち、センサ部の静電容量は、設置場所の温度や湿度（水分）、それに周辺に存在する金属物などの影響を受けて変化するが、この他にセンサ部と発振制御部とをつ

なくケーブルの引き回し配線長によっても、そのケーブルに寄生するインピーダンス成分の影響を受けて検出感度が微妙に変化してしまう。

【0005】したがって、工場出荷段階でセンサ部と発振制御部のマッチングを採ったとしても、多くの場合、設置場所ごとにケーブルの引き回し配線長が異なるため、その都度、再調整を必要とする。また、往々にして設置場所の環境変化（温度や湿度など）により、動作点が経時的に変化するため、定期的、不定期的にいかかわらずメンテナンスを必要とする。

【0006】特に、自動ドア用にあつては検出対象が人であるため、安全性の面からメンテナンスは事欠かせない。このような理由により、高周波近接スイッチの提案は多くなされているが、実用化されたものは数少ないのが実情である。

【0007】したがって、本発明の課題は、ケーブル長や設置場所の環境などに影響されることがなく、動作がきわめて安定しており、ほとんどメンテナンスフリーで 사용할ことができる近接スイッチを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記した課題を解決するため、本発明は、物体検出領域に配置される平板状に形成された金属板からなる検出電極と、直流電源を有する充電系と、電流検出手段を有する放電系と、上記検出電極に対して上記充電系と上記放電系とを所定の切換周波数で交互に切り換えるスイッチとを含み、被検出物体と上記検出電極との間の静電容量を上記放電系に流れる電流 I_s として検出することを特徴としている。

【0009】本発明の好ましい態様として、スイッチの切替周波数 f_o は、例えば数 10 kHz ～ 数 100 kHz 程度に設定される。直流電源の電圧を V_o 、検出電極と物体（例えば、人）との間の静電容量を C_s とすると、検出電極に供給される電荷 Q （単位；クーロン）は、 $Q = C_s \cdot V_o \times f_o$ で表される。

【0010】一方、時間を t として、検出電極から放電系に放出される電荷 Q は、 $Q = I_s \cdot t$ で表される。したがって、 $I_s = (C_s \cdot V_o \times f_o) / t$ となる式が成り立ち、電流を考えると $t = 1 \text{ sec}$ であるから、 $I_s = C_s \cdot V_o \times f_o$ となる。

【0011】すなわち、本発明の基本原理解は検出電極の静電容量 C_s の充放電であり、放電系に流れる電流 I_s は、もっぱら検出電極の静電容量 C_s のみに依存するため、物体検出感度は検出電極と検出回路（制御部）とをつなぐケーブルの配線長などに影響されない。

【0012】実際の使用においては、検出電極と周囲のグランドとの間の浮遊容量の変化が誤検出の原因となることがあるため、検出電極の裏面側にグランド電極が設けられるが、そうすると、上記静電容量 C_s に対してグ

ランド電極によるきわめて大きな静電容量 C_o が並列に接続されることになる。

【0013】このグランド電極を設けることによって発生する静電容量 C_o の検出感度に対する影響を排除するには、第1の方法として、そのグランド電極と検出電極間の静電容量に起因して放電系に流れる増加分の電流 I_o を吸い込む電流源を電流検出手段に対して並列に設ければよい。

【0014】また、グランド電極を設けることによって発生する静電容量 C_o の検出感度に対する影響を排除する第2の方法として、放電系に、グランド電極と検出電極間の静電容量 C_o と同容量のキャパシタと、充電系の直流電源と逆極性の第2直流電源と、上記キャパシタに対して第2直流電源と放電系とを上記スイッチと同期して交互に切り換える第2スイッチとを設けてもよい。その場合、上記キャパシタの代替として、検出電極とグランド電極と同一の組み合わせからなる一対の電極板を用いてもよい。

【0015】検出電極と、充電系および放電系は、同軸ケーブルによってつながれるため、そのケーブル長や屈曲状態によっては、そのケーブルが有する静電容量の変化が、時には物体の接近による静電容量変化分より大きく現れることが想定される。

【0016】これを防止するため、本発明では、物体検出領域に配置される平板状に形成された金属板からなる検出電極と、同検出電極と対向的に配置される接地されたグランド電極と、直流電源を有する充電系と、電流検出手段を有する放電系と、中心導体の周りに内皮シールドおよび外皮シールドを有する2重シールド線とを含み、上記検出電極を上記中心導体の一端に接続し、その他端側に同中心導体に対して上記充電系と上記放電系とを所定の切換周波数で交互に切り換える第1スイッチを設けるとともに、上記内皮シールドに上記第1スイッチと同期して同内皮シールドを上記充電系と接地とに交互に切り換える第2スイッチを設け、上記グランド電極を上記外皮シールドに接続することを特徴としている。

【0017】これによれば、内皮シールドと中心導体とが常に同電位に保たれるため、その間に静電容量は発生しない。より好ましくは、上記検出電極と上記グランド電極との間にガード電極を配置し、上記ガード電極を上記内皮シールドに接続することが推奨される。

【0018】次に、接近する物体を高感度に検出するため、本発明は、ともに平板状に形成された同一サイズの金属板からなり、物体検出領域内ではほぼ同一平面上に並設される第1および第2検出電極と、直流電源を有する充電系と、電流検出手段を有する放電系と、上記第1および第2検出電極とともに所定の切換周波数で上記充電系と上記放電系とに交互に切り換えるスイッチ手段とを備えていることを特徴としている。

【0019】例えば、一方の検出電極に正極電圧を供給

するとともに、他方の検出電極に負極電圧を供給すると、一方の検出電極から上記放電系に流れる電流は $+I_{sa}$ 、他方の検出電極から上記放電系に流れる電流は $-I_{sb}$ となり、各検出電極の静電容量がバランスしていれば、上記放電系に流れる電流は0となる。物体が近づいて、そのバランスが崩れると、上記放電系には静電容量の差に応じた電流が流れ、これにより物体を検知できる。

【0020】なお、第1および第2検出電極に、同極電圧を供給する場合には、放電系内において、減算器により一方の検出電極から得られる電流 I_{sa} と他方の検出電極から得られる電流 I_{sb} とを減算すればよい。

【0021】次に、外来誘導雑音を除去するため、本発明は、ともに平板状に形成された同一サイズの金属板からなり、物体検出領域内でほぼ同一平面上に並設される第1および第2検出電極と、直流電源を有する充電系と、電流検出手段を有する放電系と、上記第1および第2検出電極とともに所定の切替周波数で上記充電系と上記放電系とに交互に切り換える主スイッチ手段とを含む近接スイッチにおいて、上記放電系は、上記主スイッチ手段と上記電流検出手段との間に並列的に設けられていて、上記第1検出電極側に接続される第1放電回路と、上記第2検出電極側に接続される第2放電回路とを備え、上記いずれか一方の放電回路には、キャパシタと、同キャパシタの両端を交互的に同放電回路から切り離して接地端子に接続する副スイッチとからなる信号反転回路が設けられており、上記主スイッチ手段が切り替えられるごとに、上記副スイッチにより上記キャパシタの極性が反転されることを特徴としている。

【0022】また別の形態として、本発明には、ともに平板状に形成された同一サイズの金属板からなり、物体検出領域内でほぼ同一平面上に並設される第1および第2検出電極と、これら検出電極の各々に共通として対向的に配置される駆動電極と、直流電源を有する充電系と、コンデンサおよび電流検出手段を有する放電系と、上記直流電源の少なくとも一方の極を上記駆動電極に所定の切替周波数をもって選択的に接続する第1スイッチと、同第1スイッチと同期して上記検出電極の各々とともに上記直流電源の上記一方の極と上記コンデンサとに交互的に接続する第2スイッチと、上記各スイッチと同期して上記コンデンサを上記各検出電極と上記電流検出手段とに交互的に接続する第3スイッチとを備えている近接スイッチが含まれる。

【0023】この場合、上記第1および第2検出電極と上記駆動電極との間に、上記検出電極と同一サイズの金属板からなる第1および第2ガード電極が配置され、上記第1検出電極と上記第1ガード電極、上記第2検出電極と上記第2ガード電極とがそれぞれ増幅率1倍のオペアンプを介して接続されていることが好ましく、これによれば、物体検出感度をより高めることができる。

【0024】さらに別の形態として、本発明には、ともに平板状に形成された同一サイズの金属板からなり、物体検出領域内でほぼ同一平面上に並設される第1および第2検出電極と、これら検出電極の各々に共通として対向的に配置される駆動電極と、直流電源を有する充電系と、第1、第2コンデンサおよび電流検出手段を有する放電系と、上記直流電源の少なくとも一方の極を上記駆動電極に所定の切替周波数をもって選択的に接続する第1スイッチと、同第1スイッチと同期して上記検出電極の各々を上記第1コンデンサの両極に交互に入れ替えて接続する同期検波用の第2スイッチと、上記各スイッチと同期して上記第2コンデンサを上記第1コンデンサと上記電流検出手段とに交互的に接続する第3スイッチとを備えている近接スイッチが含まれる。

【0025】なお、上記第3スイッチの切替周波数は、上記第1および第2スイッチの切替周波数の2倍に設定されることが好ましい。また、周辺に存在するラジオ受信機などに対する妨害を少なくするうえで、上記充電系と上記放電系とを切り替えるスイッチの切替周波数は、複数の異なる周波数を含む複合周波数であることが好ましい。

【0026】本発明には、上記各近接スイッチを複数組み備え、隣接する組みの各検出電極を所定の平面もしくは曲面に沿って交互に配置することを基本的な構成とする物体検出装置が含まれる。

【0027】この物体検出装置において、不感帯をなくすとともに、放射雑音を低減するため、各検出電極の奇数番目と偶数番目とは異なる極性の駆動電圧が印加されることが好ましい。この物体検出装置は、特に自動ドアの戸先センサや自動ドアの出入り口床面に配置されるマットセンサに好適である。

【0028】また、本発明には、別の応用例として被検出物体からその個々の検出情報を得ることができる物体検出装置が含まれる。この物体検出装置は、同一平面上に行方向および列方向に沿って並設された複数の検出電極を含むセンサ面と、誘電体層を介して上記センサ面の背面側のほぼ全面にわたって配置された駆動電極と、直流電源を有する充電系と、電流検出手段を有する放電系と、上記駆動電極の反センサ面側で上記センサ面の行方向もしくは上記列方向のいずれか一方に沿って配線された複数の充電用配線およびいずれか他方に沿って配線された複数の放電用配線と、上記各検出電極を個別的に上記充電用配線もしくは上記放電用配線のいずれかに選択的に接続する検出電極切替スイッチと、上記各充電用配線を上記充電系の直流電源に順次接続する第1スキュナスイッチと、上記各放電用配線を上記放電系の電流検出手段に順次接続する第2スキュナスイッチと、上記駆動電極を上記充電系の直流電源もしくは接地のいずれか一方に選択的に接続する駆動電極切替スイッチと、上記各スイッチを制御する制御手段とを備え、上記制御手段は、

上記第1スキヤナスイッチを切り換えて上記充電用配線の一つずつ上記直流電源に接続するごとに、上記駆動電極切換スイッチを上記直流電源側に切り換えるとともに、上記第1スキヤナスイッチにて選択された上記充電用配線に沿って存在する上記検出電極切換スイッチを同充電用配線側に切り換える第1ステップと、上記第1ステップ後において、上記駆動電極切換スイッチを上記接地側に切り換えるとともに、上記第1ステップで上記充電用配線側に切り換えられた上記検出電極切換スイッチを上記放電用配線側に切り替える第2ステップと、上記第2ステップ後において、上記第2スキヤナスイッチを一巡するように順次切り換える第3ステップとを実行することを特徴している。

【0029】この物体検出装置によれば、例えば検出電極を床面に敷き並べることにより、人の存在はもとより、その移動方向までもを検出することができる。また、個々の検出電極をCCDカメラの画素程度の大きさとするることにより、例えば人の指紋などをも検出することができる。

【0030】

【発明の実施の形態】まず、図1を参照して、本発明に係る近接センサ10Aの基本的な構成について説明する。

【0031】この近接センサ10Aは、物体検出領域に配置される平板状に形成された金属板からなる検出電極20と、直流電源301を有する充電系30と、例えば電流-電圧変換器からなる電流検出手段41を有する放電系40と、検出電極20に対して充電系30と放電系40とを所定の切換周波数で交互に切り換えるスイッチS1とを含み、人などの被検出物体Hと検出電極20との間の静電容量を放電系に流れる電流 I_s として検出する。

【0032】この例において、スイッチS1はアナログ式スイッチであり、その切替周波数 f_o は例えば数10kHz〜数100kHz程度に設定される。直流電源301の電圧を V_o 、検出電極20と被検出物体Hとの間の静電容量を C_s とすると、検出電極に供給される電荷 Q (単位;クーロン)は、 $Q = C_s \cdot V_o \times f_o$ で表される。なお、1秒間に1クーロンの電荷が運ばれるときの電流が1Aである。

【0033】一方、時間を t として、検出電極から放電系に放出される電荷 Q は、 $Q = I_s \cdot t$ で表される。したがって、 $I_s = (C_s \cdot V_o \times f_o) / t$ なる式が成り立ち、電流を考えると $t = 1 \text{ sec}$ であるから、 $I_s = C_s \cdot V_o \times f_o$ となる。

【0034】このように、本発明の基本原理は検出電極20が有する静電容量 C_s の充放電であり、放電系に流れる電流 I_s は、もっぱら検出電極20の静電容量 C_s のみに依存するため、理論上、物体検出感度は検出電極

と検出回路(制御部)とをつなぐケーブルの配線長などに影響されない。

【0035】しかしながら、実際の使用においては、検出電極20と周囲のグランドとの間の浮遊容量の変化が誤検出の原因となることがあるため、図2に示すように、検出電極20の裏面側にグランド電極21が設けられるが、そうすると、上記静電容量 C_s に対してグランド電極21によるきわめて大きな静電容量 C_o が並列に接続されることになる。実験によれば、静電容量 C_s が0.1pF程度であるのに対して、静電容量 C_o は100pF程度の値を示す。

【0036】このグランド電極21を設けることによって発生する静電容量 C_o の検出感度に対する影響を排除するため、この実施形態では、上記静電容量 C_o に起因して放電系40に流れる増加分の電流 I_o を吸い込む電流源401を放電系40に対して並列に設け、上記静電容量 C_s による電流 I_s のみを放電系40の電流検出手段41で検出するようにしている。

【0037】静電容量 C_o による電流 I_o を除去する別の方法として、図3に示すように、放電系40に、グランド電極21と検出電極20間の静電容量 C_o と同容量のキャパシタ401と、充電系30の直流電源301と同電圧かつ逆極性である第2の直流電源402と、キャパシタ401に対して直流電源402と放電系40とを上記スイッチS1と同期して交互に切り換える第2のスイッチS2とを設けてもよい。

【0038】スイッチS2は、スイッチS1が放電系40側に切り替えられるに伴って放電系40側に切り替えられ、これにより電流 I_o の電荷がキャパシタ401に蓄電される。次に、スイッチS2は、スイッチS1が充電系30側に切り替えられるに伴って直流電源402側に切り替えられる。これにより、キャパシタ401に逆電圧がかけられるため、キャパシタ401に蓄電された電荷が消失する。

【0039】このようにして、静電容量 C_o による電流 I_o がキャンセルされ、静電容量 C_s による電流 I_s のみが放電系40の電流検出手段41で検出されるが、図4に示すように、キャパシタ401に代えて、検出電極20とグランド電極21と同一の組み合わせからなる静電容量 C_o を有する一対の電極板403、403を用いてもよい。

【0040】次に、図5に示すように、検出電極20と充放電系30、40とは、ケーブル50によってつながれるが、そのケーブル長や屈曲状態、また周囲温度などによっては、そのケーブルが有する静電容量の変化が、時には被検出物体Hの接近による静電容量変化分より大きく現れ、誤検出や感度低下をきたすことがある。そこで、この実施形態では、ケーブル50に二重シールド線を用い、次のような対策を講じている。

【0041】二重シールド線50の中心導体51の一端

に検出電極20を接続する。中心導体51の他端は、スイッチS1を介して充電系30と放電系40とに交替的に接続可能とする。また、二重シールド線50の中シールド52をスイッチS1aを介して充電系30と別に用意された放電系40aとに交替的に接続可能とする。グラウンド電極21は二重シールド線50の外シールド53に接続する。なお、外シールド53は接地する。

【0042】スイッチS1とスイッチS1aは同期して切り替える。すなわち、スイッチS1が充電系30の直流電源301に接続されるとき、スイッチS1aも直流電源301に接続されるようにし、また、スイッチS1が放電系40側に切り替えられるとき、スイッチS1aも放電系40a側に切り替えられるようにする。

【0043】これにより、中心導体51と中シールド52は常に同電位に保たれるため、二重シールド線50の静電容量の影響を受けることなく、検出電極20の静電容量Csによる電流Isのみを正確に測定することができる。このことは、設置場所に応じて異なるケーブルの静電容量分を、その都度調整する必要がなくなることを意味する。

【0044】より好ましい実施形態として、図6に示すように、検出電極20とグラウンド電極21との間にガード電極22を配置し、このガード電極22を中シールド52に接続する。他の構成は図5と同じであってよい。これによれば、検出電極20とガード電極22とが常に同電位に保たれ、グラウンド電極21による静電容量Coの影響も排除することができるため、各電極板間の間隔を狭めて電極全体の厚みをきわめて薄くできる。

【0045】次に、図7を参照して、本発明による別の近接スイッチ10Bについて説明する。この近接スイッチ10Bは、ともに平板状に形成された同一サイズの金属板からなり、物体検出領域内でほぼ同一平面上に並設される第1および第2検出電極201、202を備えている。なお、この例では各検出電極201、202の裏面側に、それらに共通なグラウンド電極21が配置されている。

【0046】この近接スイッチ10Bにおいても、充電系30および放電系40を有しているが、この実施形態では、充電系30には電圧（絶対値）が同一の正極電源301と負極電源302とが設けられている。また、放電系40は各検出電極201、202に対して共通となっており、この放電系40には、出力手段としてオペアンプよりなる電流検出手段としての電流－電圧変換器41が接続されている。

【0047】第1検出電極201はスイッチS11により正極電源301と放電系40とに切り替えられ、また、第2検出電極202はスイッチS12により負極電源302と放電系40とに切り替えられる。スイッチS11とスイッチS12は同期して切り替えられる。

【0048】すなわち、第1検出電極201が正極電源

301に接続されるとき、第2検出電極202も同時に負極電源302に接続され、また、第1検出電極201が放電系40に接続されるとき、第2検出電極202も同時に放電系40に接続される。

【0049】ここで、第1検出電極201から放電系40に供給される電流をIsa、第2検出電極202から放電系40に供給される電流をIsbとすると、電流－電圧変換器41には、それらの加算電流Isa+Isbが流れる。なお、この例において、電流極性はIsaが（＋）で、Isbは（－）である。

【0050】例えば周辺に被検出物体Hが存在しないか、または、被検出物体Hが検出電極201、202の間の中央に存在して、第1検出電極201の静電容量Cs1と、第2検出電極202の静電容量Cs2とがバランスしているとき、加算電流Isa+Isb=0となり、したがって出力電圧も0となる。

【0051】これに対して、例えば被検出物体Hが接近して、静電容量Cs1と静電容量Cs2のバランスが崩れると、加算電流Isa+Isb≠0となり、その差分の電流をId、オペアンプの帰還（増幅）抵抗値をRとして、電流－電圧変換器41からId×Rなる電圧が出力される。なお、オペアンプの入力端子はイマジナリショートが成立しているため、その入力インピーダンスは0である。

【0052】なお、この近接スイッチ10Bを複数組み用いる場合、図8に示すように、各組みの正極側検出電極201と負極側検出電極202を交互に配置することにより、各組みの出力電圧が0Vを中心に±に変化する。例えば、被検出物体Hの接近により100mVの変化があったとき、0V中心の変化であるならば、安価な8ビットA/D変換器で対応可能である。また、交互配列により不感帯もなくすることができる。

【0053】上記実施形態では、第1検出電極201と第2検出電極202とに異なる極性の電源を用いているが、同極電源としてもよく、その場合には、一方の検出電極201から得られる電流Isaと他方の検出電極202から得られる電流Isbとを減算して、電流－電圧変換器41に通せばよい。

【0054】ところで、近接スイッチ10Bでは、第1検出電極201と第2検出電極202とを同一平面上に並置しているため、例えば蛍光灯などから発せられる外来誘導雑音が各検出電極201、202に同相として入る。その外来誘導雑音により放電系40に現れる一つの検出電極あたりの電流をIiとすると、電流－電圧変換器41にはIi+Ii=2Iiの誘導雑音電流が流れることになる。

【0055】この誘導雑音電流を打ち消すには、図9に示すように、放電系40に信号反転回路42を設ければよく、次にこれについて説明する。近接スイッチ10Bにおいて、その放電系40には、第1検出電極201側

のスイッチS11から電流-電圧変換器41に至る第1放電回路40aと、第2検出電極202側のスイッチS12から電流-電圧変換器41に至る第2放電回路40bとが並列的に含まれているが、この実施形態では、その内の第2放電回路40b側に信号反転回路42が設けられている。

【0056】この信号反転回路42はキャパシタ421を有し、このキャパシタ421の一方の極側には、同キャパシタ421を第2放電回路40bから切り離して接地に接続するスイッチ422が設けられている。また、キャパシタ421の他方の極側にも、同キャパシタ421を第2放電回路40bから切り離して接地に接続するスイッチ423が設けられている。

【0057】スイッチ422、423は、スイッチS11、S12と同期して交替的に切り替えられる。すなわち、スイッチS11、S12がともに充電系30側に切り替えられたとき、例えば一方のスイッチ422が第2放電回路40b側に切り替えられるとすると、他方のスイッチ423は接地側に切り替えられる。

【0058】これに対して、スイッチS11、S12がともに放電系40側に切り替えられたとき、一方のスイッチ422が接地側に切り替えられ、他方のスイッチ423は第2放電回路40b側に切り替えられ、この切替動作が繰り返される。

【0059】これによると、例えばスイッチS11、S12がともに放電系40側に切り替えられ、それに伴って一方のスイッチ422が第2放電回路40b側に切り替えられ、他方のスイッチ423が接地側に切り替えられるとすると、キャパシタ421には、第2検出電極202側からの誘導雑音電流Iiによる電荷が蓄積される。なお、第1放電回路40aには誘導雑音電流Iiがそのまま現れる。

【0060】次に、スイッチS11、S12がともに充電系30側に切り替えられると、今度は、一方のスイッチ422が接地側、他方のスイッチ423が第2放電回路40b側に切り替えられてキャパシタ421の極性が反転するため、第1放電回路40aの誘導雑音電流Iiがキャパシタ421に吸い込まれる。このようにして、第1検出電極201と第2検出電極202に同相として入り込む外来誘導雑音が打ち消されることになる。

【0061】なお、スイッチS11、S12がともに放電系40側に切り替えられとき、一方のスイッチ422が接地側に、他方のスイッチ423が第2検出電極202側に切り替えられる場合、キャパシタ421には、第1検出電極201側からの誘導雑音電流Iiによる電荷が蓄積される。

【0062】そして、次にスイッチS11、S12がともに充電系30に切り替えられるとき、一方のスイッチ422が第2検出電極202側に、他方のスイッチ423が接地側に切り替えられることにより、キャパシタ4

21の極性が反転されるとともに、第2検出電極202側からの誘導雑音電流Iiにより、キャパシタ421の電荷が打ち消しにより0となる。

【0063】なお、検出電極201、202の寸法誤差や配置誤差などにより、外来誘導雑音を完全に除去し切れない場合には、図10(a)に示すように、放電系40に+、一電源と可変抵抗からなるDCバイアス回路43を設けるとよい。この場合、電流-電圧変換器41の入力側はイマジナリアースとされているため、DCバイアス回路43を付加しても感度低下は生じない。

【0064】また、別の方法として、図10(b)に示すように、電流-電圧変換器41の出力側と入力側との間にDCサーボ回路44を設けてもよい。DCサーボ回路44は、電流-電圧変換器41の出力を反転する反転回路441と、サーボ信号を電流-電圧変換器41の入力側に帰還する積分回路442と、反転回路441と積分回路442との間に並列的に設けられた抵抗 R_0 、 R_1 ($R_0 \ll R_1$) およびこれらを選択する2つのスイッチ443、444とを備えている。

【0065】低抵抗 R_0 側のスイッチ443が、電源投入時に応答を速くするスイッチで通常動作時はオフに設定される。高抵抗 R_1 側のスイッチ444は、オフセットを0にするためのスイッチで、図示しない制御手段により必要に応じてオンにされる。いずれにしても、電流-電圧変換器41の入力側が例えば一側にずれると、積分回路442からそれを+側に持ち上げようとする電圧が出力され、これによりオフセットが打ち消される。

【0066】上記近接スイッチ10A、10Bは、いずれも検出電極が有する静電容量の充放電をその基本的な動作原理としているが、次に、コンデンサの平衡回路に基づく本発明の近接スイッチの実施形態について説明する。

【0067】まず、図11を参照して、この近接スイッチ10Cは、同一平面上に配置される同一の大きさの金属板からなる第1および第2検出電極61a、61bと、その裏面側に各検出電極61a、61bに共通として配置される駆動電極63とを備えるが、この実施形態では、駆動電極63の裏面側にさらにグランド電極64が配置されている。なお、駆動電極63を2枚として、各検出電極61a、61bの裏面側に配置してもよい。

【0068】このほかに、この近接スイッチ10Cは直流電源65およびその電源ライン65aと、各検出電極61a、61bの静電容量の差分の電荷を蓄電するためのコンデンサ66と、同コンデンサ66から供給される電流を電圧として検出する電流-電圧変換器41と、5つのスイッチS6a～S6eとを備えている。

【0069】この実施形態において、直流電源65は片電源として用いられ、電源ライン65aはスイッチ6aを介して直流電源65の+E(正極側)とアース(0電位)とに交替的に接続され、電源ライン65aには駆動

電極63が接続されている。第1検出電極61aは、スイッチ6bを介して電源ライン65aとコンデンサ66の一方の極66aとに交互に切り換え接続される。

【0070】また、第2検出電極61bも、スイッチ6cを介して電源ライン65aとコンデンサ66の他方の極66bとに交互に切り換え接続される。コンデンサ66の両極66a、66bは、スイッチ6d、6eを介して検出電極61a、61b側と電流-電圧変換器41側とに交互に切り換え接続される。なお、この実施形態では、コンデンサ66と電流-電圧変換器41との間に、平滑コンデンサ661が接続されている。

【0071】スイッチS6a～S6eは、所定の切替周波数で同期的に切り替えられる。すなわち、図示実線で示すように、スイッチS6aが直流電源65の+E側に接続されるとき、これと同期してスイッチ6b、6cは、ともに電源ライン65a側に接続され、スイッチ6d、6eは、ともに電流-電圧変換器41側に接続される。これにより、検出電極61a、61bおよび駆動電極63には、直流電源65から同電圧が印加される。

【0072】これに対して、図示鎖線で示すように、スイッチS6aが直流電源65のアース側に接続されるとき、これと同期してスイッチ6b、6cは、ともにコンデンサ66側に接続され、スイッチ6d、6eは、ともに検出電極61a、61b側に接続される。

【0073】次に、図12を参照して、この近接スイッチ10Cの動作について説明する。まず、各スイッチS6a～S6eを図11の実線で示す切替状態として、検出電極61a、61bおよび駆動電極63を直流電源65の+Eに接続すると、図12(a)に示すように、検出電極61a、61bと駆動電極63は同電位となり、それらの間の静電容量C_oは0となる。また、検出電極61a、61bには印加電圧+Eにより、それぞれC_{s a}、C_{s b}なる電荷が蓄積される。

【0074】次に、各スイッチS6a～S6eを図11の鎖線で示す切替状態として、検出電極61a、61bを直流電源65から切り離してコンデンサ66に接続するとともに、駆動電極63をアースに落とすと、図12(b)、(c)に示すように、検出電極61aにはC_o:C_{s a}の比に分圧された電圧V_aが現れ、同様に、検出電極61bにもC_o:C_{s b}の比に分圧された電圧V_bが現れる。すなわち、 $C_{s a} : C_{s b} = V_a : V_b$ なる関係となる。

【0075】ここで、検出電極61a、61bに人などが近づいて、 $C_{s a} \neq C_{s b}$ すなわち $V_a \neq V_b$ であったとすると、図12(d)に示すように、検出電極61a、61bに蓄電された電荷の差分C_xがコンデンサ66に転送される。なお、コンデンサ66の静電容量は上記静電容量C_oよりも十分大きなものとする。

【0076】再び、各スイッチS6a～S6eを図11

の実線で示す切替状態とすると、図12(d)に示すように、コンデンサ66に蓄電された電荷C_xが電流-電圧変換器41に供給され、コンデンサ66の電荷が0になる。これが繰り返されることにより、電流-電圧変換器41には各検出電極61a、61bの静電容量C_{s a}、C_{s b}の差に応じた出力が現れる。

【0077】この近接スイッチ10Cによれば、回路が対称であるため電氣的なバランスがよい。電流-電圧変換器41の検出側には、検出電極61a、61b間の電荷の差分に応じた微小電流しか流れないため、S/N比がよい。回路基板の一方の面に検出電極61a、61bを設け、他方の面に駆動電極63を配置することにより、引き回しケーブルが不要で検出部をユニット化できる、という利点が得られる。

【0078】なお、スイッチS6a～S6eはアナログスイッチであってもよいし、FETやCMOSなどの電子スイッチであってもよい。直流電源65に関して、上記実施形態では+E-アースの片電源としているが、当然に-E-アースの片電源であってもよく、さらには±Eのバイポーラ電源としてもよい。

【0079】この近接スイッチ10Cには、次のような変形例が含まれる。すなわち、図13に示すように、検出電極61aと駆動電極63との間、また、検出電極61bと駆動電極63との間に、検出電極61a、61bと同一サイズの金属板からなる第1および第2ガード電極611、621をそれぞれ配置する。

【0080】そして、第1検出電極61aと第1ガード電極611を増幅率1倍のオペアンプ612を介して接続し、また同じく、第2検出電極61bと第2ガード電極621を増幅率1倍のオペアンプ622を介して接続する。

【0081】これによれば、引き回しケーブルの影響をほぼ完全に除去することができる。なお、この変形例において、駆動電極63はなくてもよいが、安定性の面からすれば、駆動電極63はあった方が好ましい。

【0082】また、図14に示すように、スイッチS6b、S6cを介して得られる検出電極61a、61bの出力を差動増幅器70で受けるようにしてもよい。なお、差動増幅器70の入力端子間には、スイッチS6b、S6cの接点抵抗などのばらつきを補正するための可変抵抗71が接続されている。

【0083】次に、図15に示す近接スイッチ10Dについて説明する。この近接スイッチ10Dは、図11で説明した近接スイッチ10Cと技術的に同列に位置するもので、したがって近接スイッチ10Cの構成要素と同一もしくは同一と見なされてよい構成要素には同じ参照符号を用いている。

【0084】この近接スイッチ10Dにおいては、直流電源65を例えば+Eと-Eのバイポーラ電源として用いる。また、上記コンデンサ66を第1コンデンサとし

て、この第1コンデンサ66の入力側(検出電極側)に設けられ、スイッチ6d、6eを介して第1コンデンサ66に並列に接続される第2コンデンサ67を備える。

【0085】この近接スイッチ10Dでは、駆動電極63のみがスイッチS6aを介して直流電源65に接続されるようになっており、検出電極61a、61bは、スイッチS6b、S6cを介して第2コンデンサ67の一方の極67aと他方の極67bとに交代的に切替接続される。

【0086】スイッチS6a～S6eは、所定の切替周波数で同期的に切り替えられるが、この場合、スイッチS6aの切替周波数がfであるとする、スイッチS6b、S6cは同じ切替周波数fで切り替えられ、スイッチS6d、S6eは好ましくはその2倍の周波数2fで切り替えられる。

【0087】図16を参照して、直流電源65より駆動電極63に印加される電圧を V_o 、駆動電極63と各検出電極61a、61bとの間に発生する静電容量を C_o 、検出電極61a、61bと例えば接地間の静電容量をそれぞれ C_{sa} 、 C_{sb} とすると、検出電極61a、61bの誘導電圧 V_a 、 V_b と電圧 V_o は次のような比例関係となる。

$$C_o : C_{sa} = V_o : (V_o - V_a)$$

$$C_o : C_{sb} = V_o : (V_o - V_b)$$

【0088】次に、この近接スイッチ10Dの動作の一例について説明する。まず、図17(a)に示すように、駆動電極63がスイッチS6aにより直流電源65の+E側に接続されるとき、検出電極61aはスイッチS6bにより第2コンデンサ67の一方の極67aに接続され、検出電極61bはスイッチS6cにより第2コンデンサ67の他方の極67bに接続される。なお、第1コンデンサ66は第2コンデンサ67から切り離され、スイッチS6d、S6eにより電流-電圧変換器41側に接続される。

【0089】次に、図17(b)に示すように、駆動電極63がスイッチS6aにより直流電源65の-E側に接続されるとき、検出電極61aはスイッチS6bにより第2コンデンサ67の他方の極67bに接続され、検出電極61bはスイッチS6cにより第2コンデンサ67の一方の極67aに接続される。このときにも、第1コンデンサ66は電流-電圧変換器41側に接続されたままの状態とされる。

【0090】このようにして、駆動電極63に対する電源の切替と同期して同期検波が行われる。図18に一方の検出電極61aの同期検波波形を示す。これにより、第2コンデンサ67には、検出電極61a、61bの誘導電圧 V_a 、 V_b の差分の電荷 C_x が蓄電される。

【0091】そして、再び駆動電極63が直流電源65の+E側に接続されるとき、スイッチS6d、S6eが第2コンデンサ67側に切り替えられて、その電荷 C_x

が第1コンデンサ66に転送され、その後の所定のタイミング時点で、スイッチS6d、S6eが電流-電圧変換器41側に切り替えられる。

【0092】なお、第1コンデンサ66の前段に第2コンデンサ67があるため、スイッチS6d、S6eの切替周波数を他のスイッチS6a～S6cと同じとしてもよく、その場合には、近接スイッチ10Dの回路を図19に示すように組み替えてもよい。

【0093】上記近接スイッチ10C、10Dは最小単位として一对の検出電極61a、61bを有し、その各々に駆動電極63が設けられるが、複数対の検出電極を並べて使用する際には、その駆動電極63から放射される雑音を低減するため、図20に示すように、検出電極611aと611bが対、検出電極612aと612bが対であるとして、それらを交互に配置し、かつ、それらの各駆動電極631と駆動電極632に印加する電圧の極性を交互に入れ替えることが好ましい。

【0094】本発明には、上記近接スイッチ10B、10C、10Dのいずれかを複数組み所定の平面もしくは曲面に沿って交互に配置してなる物体検出装置が含まれ、その用途としては、例えば、図21(a)に示すように、自動ドア700の戸先センサ701がある。また、図21(b)に示すように、自動ドア700のマットセンサ702としても使用できる。

【0095】さらには、図21(c)に示すように、各検出電極をマトリクス状に並べて平面センサ800とすることも可能である。特に、この平面センサ800によれば、単なる物体検知だけでなく、その物体がどの位置に存在しているかまで検知することができる。

【0096】次に、図22の模式的な斜視図および図23の配線図を参照して、図21(c)に示す平面センサ800の構成をその駆動系を含めてさらに詳しく説明する。この平面センサ800は、同一平面上に行方向(X方向)および列方向(Y方向)に沿ってマトリクス状に並設された複数の検出電極811を含むセンサ面810を備えている。

【0097】なお、行数が $X_1 \sim X_n$ 、列数が $Y_1 \sim Y_m$ (m, n は2以上の任意に選択される整数)であるとして、以下の説明において、個々の検出電極を指す必要がある場合にはその位置を表すため符号X、Yを用い、各検出電極の共通事項を説明する場合には総称としての符号811を用いる。

【0098】各検出電極811には平板状の金属板が用いられ、その大きさはこの平面センサ800の用途に応じて適宜選択される。例えば、人の存在や歩く方向を検出するため室内の床面に配置される場合には、人の足の大きさ程度であってよい。

【0099】別の例として、人の指紋の検出に用いられるならば、平面センサ800自体がいわゆる切手サイズとされることから、各検出電極811はミクロン(μ

m) オーダーの大きさとされる。図22には詳しく示されていないが、各検出電極811の支持板には例えばガラス板や合成樹脂板が用いられ、その支持板上に各検出電極811が上記したようにマトリクス状に配置される。なお、指紋センサなどの小型センサとする場合には、例えば蒸着法もしくはスパッタ法によりシリコンウエハに検出電極としての金属膜を形成すればよい。

【0100】センサ面810の背面側には、図示しない所定の誘電体層を介して駆動電極820が配置される。駆動電極820にも、平板状の金属板が用いられるが、その大きさはセンサ面810と同じかそれよりも大きい。センサ面810と駆動電極820との間に介在される誘電体層は、センサ面810の支持板である例えば合成樹脂板やガラス板などとなるが、それに加えてさらに別の合成樹脂板もしくは空気層を介在させてもよい。

【0101】この平面センサ800においても、直流電源831を有する充電系830と、電流検出手段としての電流-電圧変換器(電流検出手段)841を有する放電系840とを備えるが、個々の検出電極811から検出情報が得られるようにするため、次のような手段を講じている。

【0102】すなわち、センサ面810の行方向(X方向)に沿って、その行数と同数の充電用配線850(850₁～850_n)が設けられており、また、センサ面810の列方向(Y方向)に沿って、その列数と同数の放電用配線860(860₁～860_m)が設けられている。充電用配線850および放電用配線860は、ともに駆動電極820の反センサ面側(図22において下側)に配置される。

【0103】充電用配線850と充電系830との間には、各充電用配線850₁～850_nを充電系830の直流電源931に順次接続するための第1スキュナスイッチ871が設けられ、また、放電用配線860と放電系840との間には、各放電用配線860₁～860_mを放電系840の電流-電圧変換器841に順次接続するための第2スキュナスイッチ872が設けられる。

【0104】各検出電極811は、駆動電極820を電気絶縁的に貫通して下方に引き出される引出線812を備え、引出線812の各々には充電用配線850と放電用配線860とに選択的に切り換えられる検出電極切換スイッチ813が設けられている。検出電極(X1Y1)を例にして説明すると、この検出電極(X1Y1)は、検出電極切換スイッチ813により、充電用配線850₁もしくは放電用配線860₁のいずれかに選択的に接続される。

【0105】また、この平面センサ800は、駆動電極切換スイッチ821と、放電系840の電流-電圧変換器841の出力側にA/D変換器871を介して接続される制御手段(CPU)870とを備えている。駆動電

極切換スイッチ821は、駆動電極820を充電系830の直流電源831と接地とに選択的に接続する。

【0106】CPU870は、放電系840から得られる各検出電極811の検出情報を受けて各種の判定を行う。例えば、この平面センサ800が指紋センサである場合には、あらかじめ登録されている指紋データと検出指紋データとを照合したり、あるいはその検出指紋データにより指紋を再現して図示しないプリンタやディスプレイなどに表示する。また、CPU870は、各検出電極811から検出情報を収集するにあたって、各スイッチを次のように制御する。

【0107】第1スキュナスイッチ871は、各充電用配線850₁～850_nを直流電源931に順次切り換え接続するが、例えば1番目の充電用配線850₁が選択されると、これと同期して駆動電極切換スイッチ821を直流電源931側に切り換えけるとともに、1行目の検出電極(X1Y1)～(X1Ym)の各検出電極切換スイッチ813を充電用配線850₁側に切り換える。

【0108】これにより、1行目の検出電極(X1Y1)～(X1Ym)と駆動電極820とが同電位となり、駆動電極820が一種のアクティブシールドプレートとして作用するため、反センサ面側(回路側)からのノイズの影響を受けることなく、各検出電極(X1Y1)～(X1Ym)と被検出物体との間で生ずる静電容量を正確に検出できる。

【0109】また、各検出電極(X1Y1)～(X1Ym)と反センサ面側の回路との間の静電容量が実質的に0になるので、不要な容量に対する給電がなくなり、S/N比が大幅に向上する。さらには、S/N比の向上に伴ってセンサ表面の保護層を厚くでき機械的な強度も高めることができる。

【0110】上記のようにして所定時間充電(給電)した後、駆動電極切換スイッチ821を接地側に切り換え、また、1行目の検出電極(X1Y1)～(X1Ym)の各検出電極切換スイッチ813を放電用配線860₁に切り換える。しかる後、第2スキュナスイッチ872を放電用配線860₁～860_mまで一巡するように順次切り換える。

【0111】これにより、1行目の検出電極(X1Y1)～(X1Ym)の各静電容量に基づく電流が電流-電圧変換器841およびA/D変換器871を介してCPU870に順次取り込まれる。

【0112】続いて、第1スキュナスイッチ871が2番目の充電用配線850₂→3番目の充電用配線850₃→…→n番目の充電用配線850_nへと順次切り換えられるごとに、駆動電極切換スイッチ821、検出電極切換スイッチ813および第2スキュナスイッチ872が上記のように切り換えられ、検出電極811の各々からCPU870に検出情報が取り込まれる。

【0113】なお、上記の例においては、行方向(X方

向)に充電用配線850を配線し、列方向に放電用配線860を配線するようにしているが、これとは逆に、行方向(X方向)に放電用配線860を配線し、列方向に充電用配線850を配線してもよい。

【0114】また、各スイッチは機械式スイッチ、電子式スイッチのいずれであってもよいが、上記した各実施形態において、充電系と放電系とを切り換えるスイッチの切替周波数を固定した場合、その高調波がラジオ受信機などに妨害を与えるおそれがある。

【0115】例えば、スイッチの切替周波数を64kHzの矩形波とした場合、これには多くの高調波が含まれ、そのうちの10次成分は640kHzで、これが常時出力されることになる。したがって、ラジオ受信機などの受信周波数に640kHzが含まれている場合には妨害波となる。

【0116】これを防止するには、図24に示すように、充電系と放電系を切り替えるスイッチの切替周波数を、例えば4つの異なる周波数T1～T4を含む複合周波数TAとし、これを繰り返して用いることが好ましい。

【0117】一例として、複合周波数TAを64, 65, 66, 67(kHz)の組み合わせとした場合、10次成分については640, 650, 660, 670(kHz)が交替的に出力されることになるため、ラジオ受信機などに対する妨害を少なくすることができる。

【0118】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、従来のように高周波発振によらないため、ケーブル長や設置場所の環境などに影響されることがなく、動作がきわめて安定しており、ほとんどメンテナンスフリーで使用することができる近接スイッチが提供される。また、この近接スイッチを応用した各種の物体検出装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本的な第1実施形態を示す模式図。

【図2】グランド電極の静電容量による影響を排除する第1の方法を示す模式図。

【図3】グランド電極の静電容量による影響を排除する第2の方法を示す模式図。

【図4】グランド電極の静電容量による影響を排除する

第3の方法を示す模式図。

【図5】ケーブルの静電容量による影響を排除する第1の方法を示す模式図。

【図6】ケーブルの静電容量による影響を排除する第2の方法を示す模式図。

【図7】本発明の第2実施形態を示す模式図。

【図8】上記第2実施形態の検出電極の配置の一例を示す模式図。

【図9】上記第2実施形態において、外来誘導雑音の除去方法を説明する回路図。

【図10】上記外来誘導雑音の除去に適用される補正手段を示す回路図。

【図11】本発明の第3実施形態を示す回路図。

【図12】上記第3実施形態の動作説明図。

【図13】上記第3実施形態の変形例を示す回路図。

【図14】上記第3実施形態の別の変形例を示す回路図。

【図15】本発明の第4実施形態を示す回路図。

【図16】上記第4実施形態の動作原理を示す模式図。

【図17】上記第4実施形態の動作説明図。

【図18】上記第4実施形態の同期検波波形を示す波形図。

【図19】上記第4実施形態の変形例を示す回路図。

【図20】低放射雑音化を図る検出電極の配置を示す模式図。

【図21】本発明の用途を例示した模式図。

【図22】本発明による平面センサの構成を示す模式的な斜視図。

【図23】上記平面センサの回路図。

【図24】本発明において、充電系と放電系とを切り替えるスイッチの好ましい切替周波数を示す波形図。

【符号の説明】

10A～10D 近接スイッチ

20 検出電極

21 グランド電極

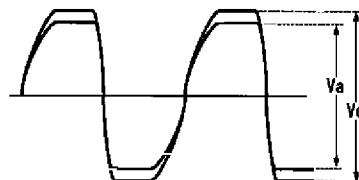
30 充電系

301 直流電源

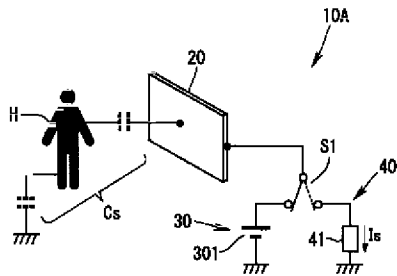
40 放電系

41 電流－電圧変換器(電流検出手段)

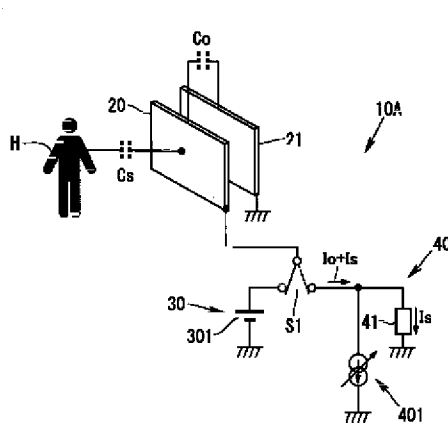
【図18】



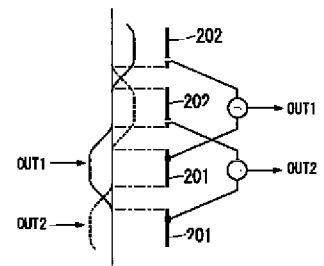
【圖1】



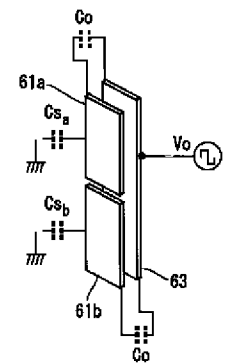
【圖2】



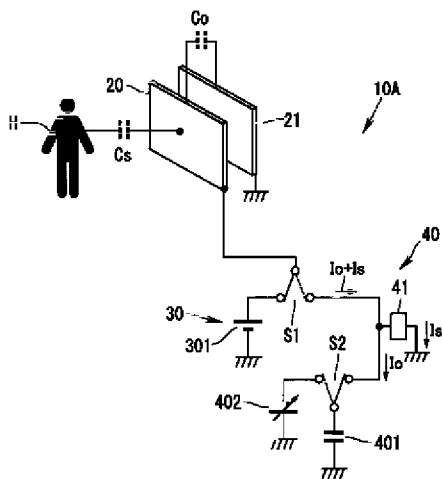
【圖8】



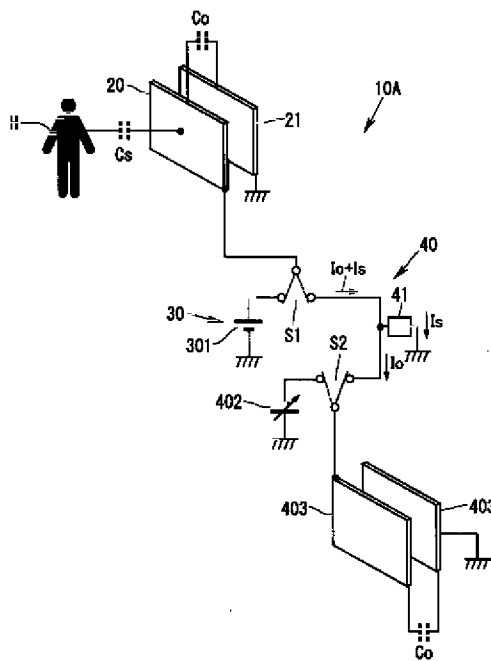
【圖16】



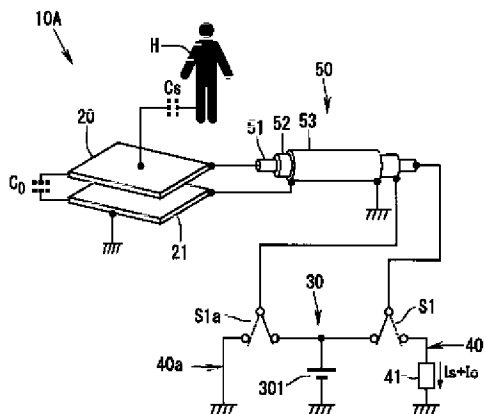
【圖3】



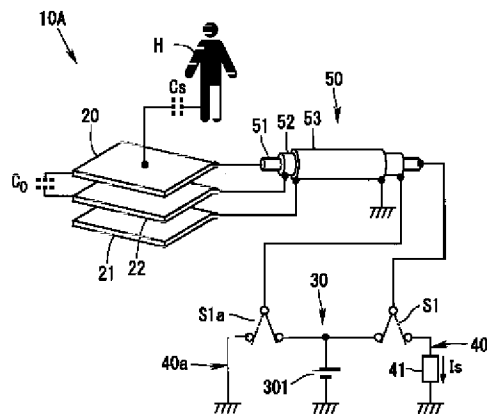
【圖4】



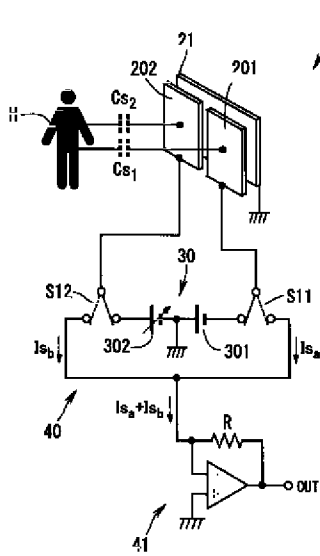
【圖5】



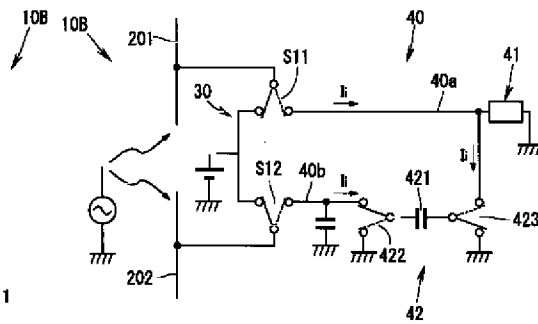
【圖6】



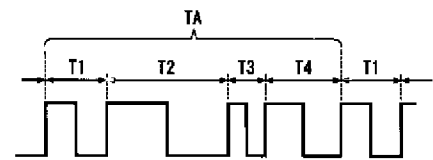
【図7】



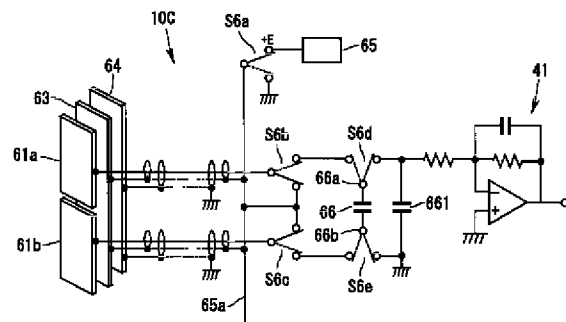
【図9】



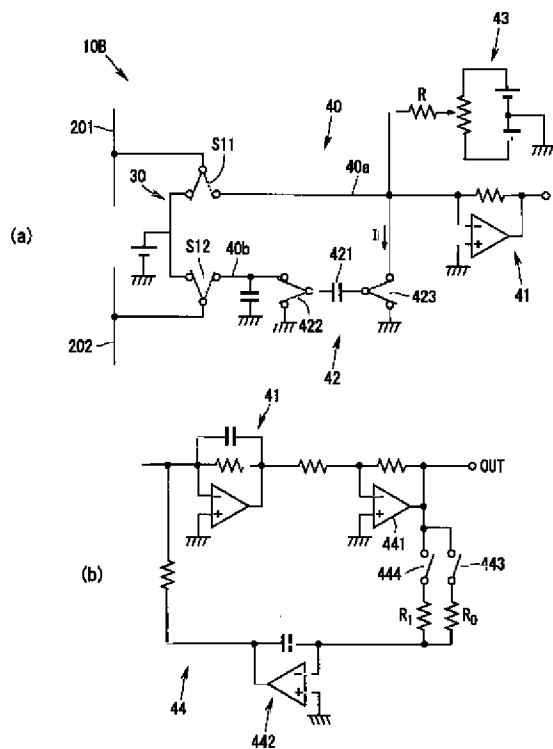
【図24】



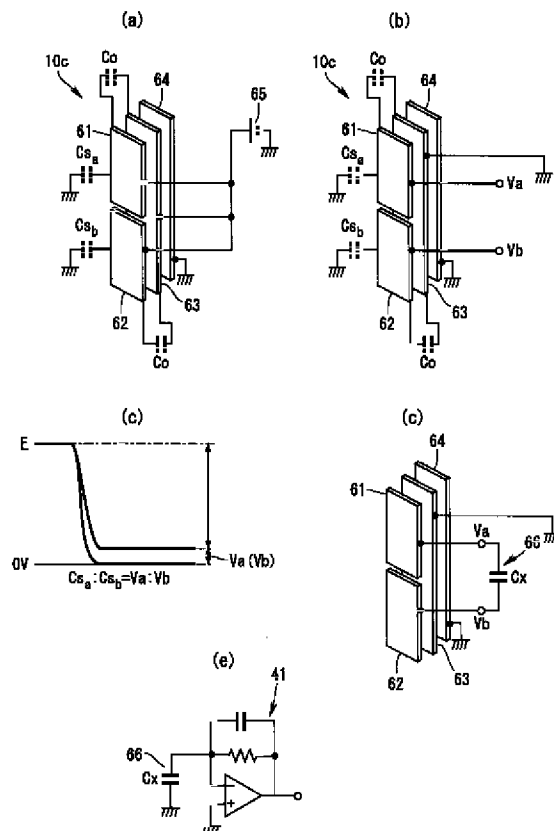
【図11】



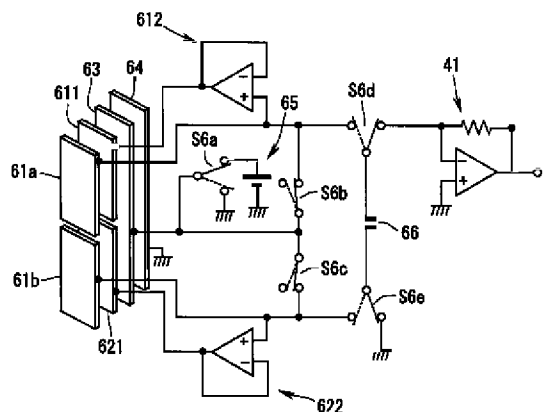
【図10】



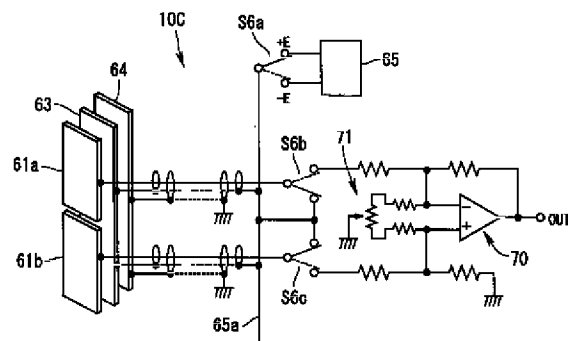
【図12】



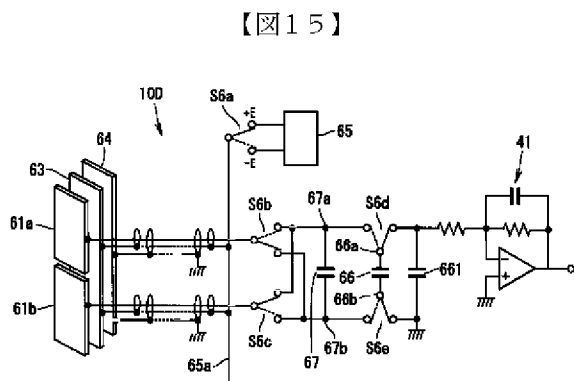
【図13】



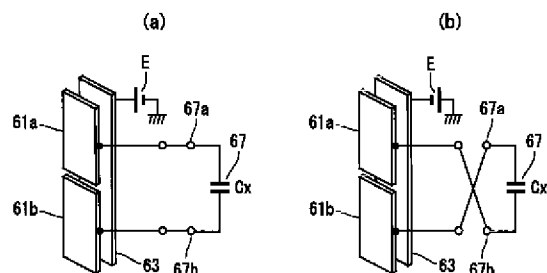
【図14】



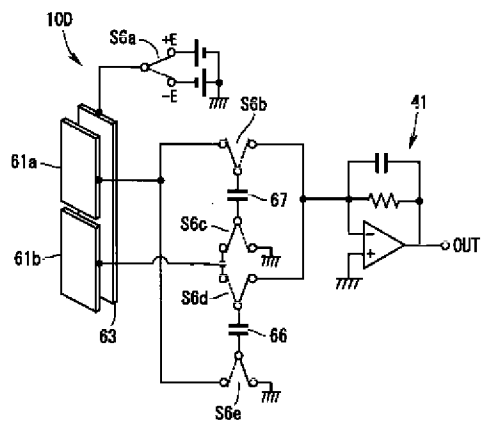
【図17】



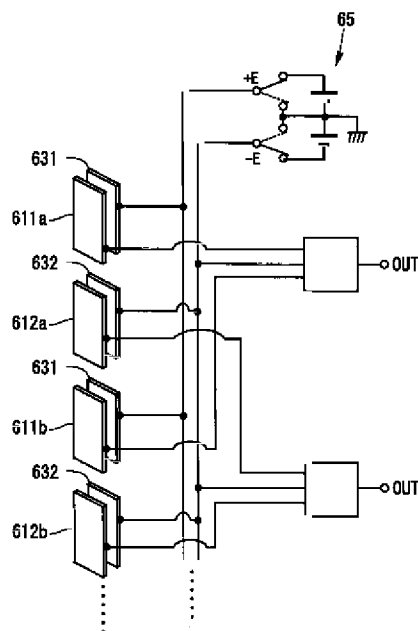
【図15】



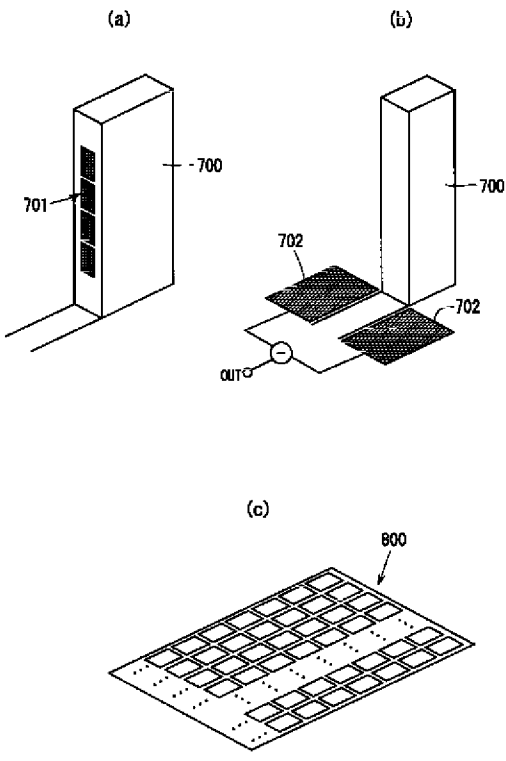
【図19】



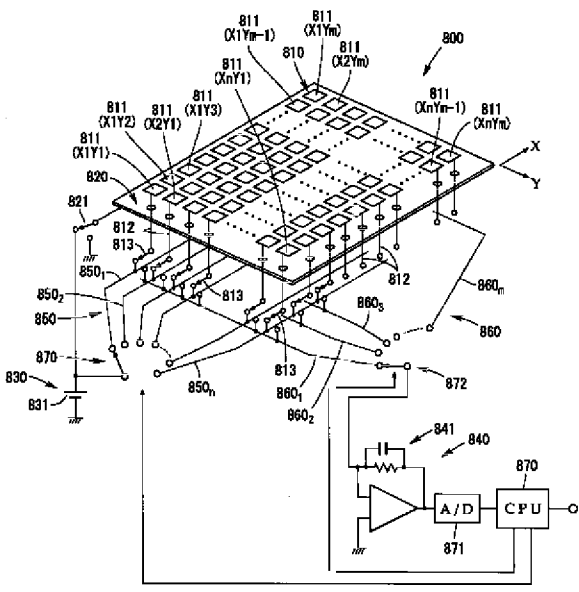
【図20】



【図21】



【図22】



【図23】

